

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application: 2003年 2月19日

出願番号

Application Number: 特願2003-041179

[ST.10/C]:

[JP2003-041179]

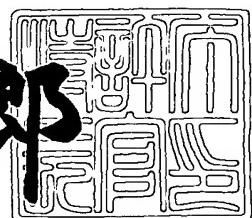
出願人

Applicant(s): 日本電気株式会社

2003年 6月20日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3048670

【書類名】 特許願
【整理番号】 33509972
【あて先】 特許庁長官殿
【特記事項】 特許法第30条第1項の規定の適用を受けようとする特許出願
【国際特許分類】 H04L 12/00
H04M 7/00
【発明者】
【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
【氏名】 厥橋 正樹
【発明者】
【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
【氏名】 高木 和男
【発明者】
【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
【氏名】 飛鷹 洋一
【発明者】
【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
【氏名】 榎本 敦之
【発明者】
【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
【氏名】 岩田 淳
【発明者】
【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
【氏名】 渋谷 真
【特許出願人】
【識別番号】 000004237
【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100093595

【弁理士】

【氏名又は名称】 松本 正夫

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-204673

【出願日】 平成14年 7月12日

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-239465

【出願日】 平成14年 8月20日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 057794

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9303563

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ネットワークにおけるフレーム転送方法及びノード、フレーム転送プログラム

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるフレーム転送方法において、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む拡張タグを附加して拡張フレームとし、前記ネットワーク上の各ノードが、前記付加された拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて前記データフレームを中継し、前記出口側のノードへ転送することを特徴とするネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項2】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるフレーム転送方法において、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報及び前記送信元と前記送信先とが属するカスタマ情報を含む拡張タグを附加して拡張フレームとし、前記ネットワーク上の各ノードが、前記付加された拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて前記データフレームを中継し、前記出口側のノードへ転送することを特徴とするネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項3】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるフレーム転送方法において、

入力された前記データフレームがブロードキャスト対象のフレームである場合に、前記データフレームに、前記フレームを受信した入口側のノードのフォワーディング情報を含む拡張タグを附加して拡張フレームとし、前記ネットワーク上の各ノードが、前記付加された拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて前記データフレームを中継し、前記ネットワーク上の各ノードへ転送することを特徴とするネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項4】 前記ブロードキャスト対象のフレームが、出力先のノードが不明なフレームであることを特徴とする請求項3に記載のフレーム転送方法。

【請求項5】 前記ネットワーク上の前記データフレームの送信元の入口側となるノードにおいて、前記データフレームのネットワーク情報に基づいて前記拡張タグを生成し、生成した前記拡張タグを附加して前記拡張フレームとすることを特徴とする請求項1から請求項4の何れか1項に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項6】 前記ネットワーク上の前記出口側のノードにおいて、前記拡張フレームから前記拡張タグを削除して前記データフレームとして前記転送先へ転送することを特徴とする請求項1から請求項5の何れか1項に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項7】 前記データフレームが、イーサネット(R)フレームであることを特徴とする請求項1から請求項6の何れか1項に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項8】 前記イーサネット(R)フレームのVLANタグを、前記拡張タグで置き換えることで前記拡張フレームとすることを特徴とする請求項6に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項9】 前記イーサネット(R)フレームの送信元MACアドレスの直後に、前記拡張タグを挿入することにより前記拡張フレームとすることを特徴とする請求項7に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項10】 前記イーサネット(R)フレームが前記VLANタグを有さない場合は、送信元MACアドレスとイーサネット(R)属性情報の間に前記拡張タグを付加することで前記拡張フレームとすることを特徴とする請求項7に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項11】 前記フォワーディング情報が、前記出口側のノードの識別子情報、あるいは前記出口側のノードへ到達するためのラベル情報からなる識別情報であることを特徴とする請求項1から請求項10の何れか1項に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項12】 前記フォワーディング情報が、前記出口側のノードの識別子情報、あるいは前記出口側のノードへ到達するためのラベル情報とそれに加えて前記入口側のノードの識別子情報からなる識別情報であることを特徴とする請

求項1から請求項11の何れか1項に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項13】 前記フォワーディング情報が、前記入口側のノードの識別子情報からなる識別情報をすることを特徴とする請求項3に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項14】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるフレーム転送方法において、

前記送信元からの入口側のノードが、VLANタグ付加データフレームを前記ネットワーク上に入力し、前記ネットワーク上の各ノードが、前記VLANタグに格納される情報に基づくブロードキャスト経路に従って前記データフレームをブロードキャスト転送し、前記出口側のノードへ転送することを特徴とするネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項15】 前記データフレームに付加されるタグの値の範囲を、前記拡張タグのフォワーディング情報として用いる値の範囲と、前記VLANとして用いる値の範囲に分けることを特徴とする請求項14に記載のフレーム転送方法。

【請求項16】 前記データフレームに付加されるタグの値が、前記拡張タグ用の値の範囲内である場合には、前記拡張タグのフォワーディング情報に基づく転送を行い、前記VLANタグ用の値の範囲内である場合には、前記VLANタグの情報に基づくブロードキャスト転送を行なうことを特徴とする請求項15に記載のフレーム転送方法。

【請求項17】 前記前記VLANタグ用の値の範囲を、さらに複数の範囲に分割し、当該複数の範囲毎に、ブロードキャスト経路を設定することを特徴とする請求項16に記載のフレーム転送方法。

【請求項18】 前記拡張タグの長さが32ビットであり、前記拡張タグの格納領域の長さが32ビットの整数倍であることを特徴とする請求項1から請求項17の何れか1項に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項19】 前記ネットワークの前記入口側のノードが、前記転送先のアドレスと前記出口側のノードの識別情報を対応付けたテーブルと、前記出口側

のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、

前記ネットワークの中継ノードが、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、

前記出口側のノードが、前記転送先のアドレスと出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有することを特徴とする請求項1から請求項18の何れか1項に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項20】 前記ネットワークの前記入口側のノードが、前記転送先のアドレスと前記出口側のノードの識別情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記入口側のノードの識別情報と1つまたは複数の出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、

前記ネットワークの中継ノードが、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記入口側のノードの識別情報と1つまたは複数の出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、

前記出口側のノードが、前記転送先のアドレスと出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記入口側のノードの識別情報と1つまたは複数の出力ポート情報を対応付けたテーブルを有することを特徴とする請求項1から請求項18の何れか1項に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項21】 前記入口側のノードの識別情報は既存のVLANタグの値、または一部の既存VLANタグをグループ化したグループ識別子、または全ての既存VLANタグをグループ化したグループ識別子であることを特徴とする請求項20に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項22】 前記ネットワークの前記入口側のノードが、前記転送先のアドレスと前記出口側のノードの識別情報及び前記転送先のカスタマ情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、

前記ネットワークの中継ノードが、前記出口側のノードの識別情報と出力ポー

ト情報を対応付けたテーブルを有し、

前記出口側のノードが、前記転送先のカスタマ情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有することを特徴とする請求項1から請求項12の何れか1項に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項23】 複数のノードがリンクによって接続されるネットワークにおいて、

そのネットワークの物理接続に対して一部のノードをグループ化してドメインとして物理接続に対する上位階層の階層ネットワークとし、

前記階層ネットワークに対して一部のドメインをグループ化して上位ドメインとして前記階層ネットワークに対する上位階層の階層ネットワークとし、

前記階層ネットワークの構造が任意数の階層となることを特徴とするネットワーク。

【請求項24】 前記ドメインの境界がリンクであることを特徴とする請求項23に記載のネットワーク。

【請求項25】 前記ドメインの境界がノードであることを特徴とする請求項23に記載のネットワーク。

【請求項26】 前記ドメインの境界がリンクとノードが混在していることを特徴とする請求項23に記載のネットワーク。

【請求項27】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるフレーム転送方法において、

ネットワークの物理接続に対して一部のノードをグループ化してドメインとして物理接続に対する上位階層の階層ネットワークとし、

前記階層ネットワークに対して一部のドメインをグループ化して上位ドメインとして前記階層ネットワークに対する上位階層の階層ネットワークとすることにより、

前記階層ネットワークの構造が任意数の階層となる階層化ネットワークを形成し、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフ

オワーディング情報を含む拡張タグを付加して拡張フレームとし、前記ネットワーク上の各ノードが、前記付加された拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて前記データフレームを中継し、前記出口側のノードへ転送することを特徴とするネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項28】 前記階層化ネットワーク上の前記データフレームの送信元の入口側となるノードにおいて、前記フォワーディング情報が、前記出口側のノードの識別子情報及び出口側のノードが属する各階層のドメインの識別子情報、またはそれに加えて前記入口側のノードの識別子情報及び入口側のノードが属する各階層のドメインの識別子情報であり、前記フォワーディング情報を複数の拡張タグに格納し、前記複数の拡張タグを付加して拡張フレームとすることを特徴とする請求項27に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項29】 前記階層化ネットワーク上の各ノードにおいて、前記付加された複数の拡張タグの先頭の拡張タグに格納されるフォワーディング情報に基づいて前記データフレームを中継することを特徴とする請求項27又は請求項28に記載のフレーム転送方法。

【請求項30】 前記階層化ネットワーク上の各ノードにおいて、前記先頭の拡張タグに基づいて決定した出力ポートの接続先が異なるドメインである場合、前記先頭の拡張タグを削除した後に決定した出力ポートに前記データフレームを中継することを特徴とする請求項27又は請求項28に記載のフレーム転送方法。

【請求項31】 前記階層化ネットワーク上の前記出口側のノードにおいて、前記拡張フレームから前記拡張タグを削除して前記データフレームとして前記転送先へ転送することを特徴とする請求項27から請求項30の何れか1項に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項32】 前記階層ネットワークの前記入口側のノードが、前記転送先のアドレスと前記出口側のノードの識別情報及び出口側のノードが属する各ドメインの識別情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出口側のノードが属する各階層のドメインの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、

前記階層ネットワークの中継ノードが、前記出口側のノードの識別情報と出口側のノードが属する各階層のドメインの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、

前記階層ネットワークの前記出口側のノードが、前記転送先のアドレス情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と前記出口側のノードが属する各階層のドメインの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有することを特徴とする請求項27から請求項31の何れか1項に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項33】 前記階層ネットワークの前記中継ノードが、出力ポートの接続先ノードが異なるドメインである場合、出力ポート情報として特別なフラグを併せ持つことを特徴とする請求項27から請求項32のいずれかに記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項34】 前記階層ネットワークの各々の前記ノードが、自ノードのノード識別情報または自ノードが属するドメインのドメイン識別情報に対する出力ポート情報として特別なフラグを併せ持つことを特徴とする請求項27から請求項32のいずれかに記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項35】 前記拡張タグは、拡張タグ識別領域と情報格納領域とによって構成され、

該拡張タグ識別領域には、

- 1) 前記拡張タグ格納領域内に拡張タグ付きフレームの転送情報を格納したフォワーディング情報タグ以外の拡張タグが存在するかどうかを示すフォワーディングタグ表示ビット、
- 2) 前記拡張タグ格納領域の最後尾に収容された拡張タグであることを示す領域終点表示ビット、
- 3) 将来の機能拡張に備えた予約ビット、
- 4) 拡張タグであることを明示するVLANタグ／拡張タグ表示ビット、
- 5) 拡張タグの種別を表示するタグ種別表示領域、
- 6) 前記拡張タグ付きフレームのホップ数をカウントするTTL (Time To Live)、

またはそれに追加して前記拡張タグの誤りチェックのための検査符号が格納されるフレーム制御情報格納領域のうちの少なくとも1以上が格納されることを特徴とする請求項27から請求項34の何れか1項に記載のフレーム転送方法。

【請求項36】 前記拡張タグは、拡張タグ識別領域と情報格納領域とによって構成され、

該拡張タグ識別領域には、

- 1) 前記拡張タグ格納領域内に、拡張タグ付きフレームの転送情報を格納したフォワーディング情報タグ以外の拡張タグが存在するかどうかを示すフォワーディングタグ表示ビット、
- 2) 前記拡張タグ格納領域の最後尾に収容された拡張タグであることを示す領域終点表示ビット、
- 5) 拡張タグの種別を表示するタグ種別表示領域、

が格納されていることを特徴とする請求項27から請求項34の何れか1項に記載のフレーム転送方法。

【請求項37】 前記拡張タグは、拡張タグ識別領域と情報格納領域とによって構成され、

該拡張タグ識別領域は拡張タグの前半部に位置しその長さが16ビットであり

該情報格納領域は拡張タグの前半部に位置しその長さが16ビットであり、

該拡張タグ識別領域には、

- 1) 前記拡張タグ格納領域内に拡張タグ付きフレームの転送情報を格納したフォワーディング情報タグ以外の拡張タグが存在するかどうかを示すフォワーディングタグ表示ビット、
- 2) 前記拡張タグ格納領域の最後尾に収容された拡張タグであることを示す領域終点表示ビット、
- 3) 将来の機能拡張に備えた予約ビット、
- 4) 拡張タグであることを明示する値が1に固定されたVLANタグ／拡張タグ表示ビット、
- 5) 拡張タグの種別を表示する4ビットのタグ種別表示領域、

6) 前記拡張タグ付きフレームのホップ数をカウントする8ビットのTTL (Time To Live),

が格納され、

前記VLANタグ／拡張タグ表示ビットは拡張タグ識別領域の先頭から2から4ビット目に格納されることを特徴とする請求項27から請求項34の何れか1項に記載のフレーム転送方法。

【請求項38】 前記拡張タグは、拡張タグ識別領域と情報格納領域とによって構成され、

該拡張タグ識別領域は拡張タグの前半部に位置しその長さが16ビットであり、

該情報格納領域は拡張タグの前半部に位置しその長さが16ビットであり、

該拡張タグ識別領域には、

1) 前記拡張タグ格納領域内に拡張タグ付きフレームの転送情報を格納したフォワーディング情報タグ以外の拡張タグが存在するかどうかを示すフォワーディングタグ表示ビット、

2) 前記拡張タグ格納領域の最後尾に収容された拡張タグであることを示す領域終点表示ビット、

3) 将来の機能拡張に備えた予約ビット、

4) 拡張タグであることを明示する値が1に固定されたVLANタグ／拡張タグ表示ビット、

5) 拡張タグの種別を表示する3ビットのタグ種別表示領域、

6) 前記拡張タグ付きフレームのホップ数をカウントする8ビットのTTL (Time To Live),

が格納され、

前記VLANタグ／拡張タグ表示ビットは拡張タグ識別領域の先頭から2から5ビット目に格納されることを特徴とする請求項27から請求項34の何れか1項に記載のフレーム転送方法。

【請求項39】 前記拡張タグが前記フォワーディング情報を含む場合は、拡張タグ識別領域と情報格納領域とによって構成され、

該情報格納領域はフレームの転送情報を格納したフォワーディング情報タグの種別を格納するアドレスタイプ領域と、フレームの転送情報を格納したアドレス領域とを格納されることを特徴とする請求項27から請求項34の何れか1項に記載のフレーム転送方法。

【請求項40】 前記拡張タグに、

障害発生時の障害情報や障害復旧のための迂回経路情報を含むプロテクション情報、

パケットロス率やフレームのネットワーク内への流入時間や帯域制御情報を含む品質情報、

フレームのネットワーク内での生存時間や誤り検出のための情報を含むフレーム制御情報、

フレームの信頼性やネットワーク構築時やネットワーク構成変更時の秘匿性を確保するための情報を含むセキュリティ情報、

ユーザによって任意に定義される情報を含むユーザ拡張情報を選択的に含むことを特徴とする請求項27から請求項39の何れか1項に記載のフレーム転送方法。

【請求項41】 前記拡張タグに、

フレームを送信先への出口側となるノードへ転送するためのフォワーディング情報、

ブロードキャストするフレームをネットワーク上の全てのノードへ転送するためのブロードキャストフォワーディング情報、

フレームの送信先と送信元が属するカスタマを識別するためのカスタマ分離情報、

ネットワークの運用、管理を行なうためのOAM&P情報、

前記プロテクション情報、前記品質情報、前記フレーム制御情報、前記セキュリティ情報、前記ユーザ拡張情報を選択的に含むことを特徴とする請求項27から請求項39の何れか1項に記載のフレーム転送方法。

【請求項42】 前記拡張タグに、

前記フォワーディング情報、前記ブロードキャストフォワーディング情報、前

記カスタマ分離情報、前記O A M & P 情報を含むことを特徴とする請求項27から請求項39の何れか1項に記載のフレーム転送方法。

【請求項43】 前記拡張タグは、拡張タグ識別領域と情報格納領域とによって構成され、

前記拡張タグ識別領域には、IEEE802.1Qで規定のT P I Dの値である 0×8100 、または規定外の 0×9100 、またはその他の値が格納され、

前記情報格納領域は、IEEE802.1Qで規定のPriority領域およびCFI領域と前記拡張タグの情報を格納する拡張タグ情報格納領域とから構成されることを特徴とする請求項27から請求項39の何れか1項に記載のフレーム転送方法。

【請求項44】 前記拡張タグは、拡張タグ識別領域と情報格納領域とによって構成され、

該拡張タグ識別領域は前記拡張タグの前半部に位置し、その長さは16ビットであり、該情報格納領域は前記拡張タグの後半部に位置し、その長さは16ビットであり、

前記拡張タグ識別領域には、IEEE802.1Qで規定のT P I Dの値である 0×8100 、または規定外の 0×9100 、またはその他の値が格納され、

前記情報格納領域は、IEEE802.1Qで規定のPriority領域およびCFI領域と前記拡張タグの情報を格納する拡張タグ情報格納領域とから構成されることを特徴とする請求項27から請求項39の何れか1項に記載のフレーム転送方法。

【請求項45】 前記情報格納領域のPriority領域には、一部のPriority値に対してIEEE802.1pで規定の優先度が割り当てられ、残りのPriority値に対して前記拡張タグの識別情報が割り当てられることを特徴とする請求項43又は請求項44に記載のフレーム転送方法。

【請求項46】 前記情報格納領域のPriority領域には、4つのPriority値に対してIEEE802.1pで規定の優先度が割り当てられ、残りの4つのPriority値に対して前記拡張タグの識別情報が割り当てられることを特徴とする請求項43又は請求項44に記載のフレーム転送方法。

【請求項47】 前記情報格納領域のPriority領域には、111、101、011、010のPriority値に対してIEEE802.1pで規定の優先度が割り当てられ、001、000、110、100のPriority値に対して前記拡張タグの識別情報が割り当てられることを特徴とする請求項43又は請求項44に記載のフレーム転送方法。

【請求項48】 前記情報格納領域の前記Priority値は、001が前記フォワーディングタグを識別する情報であり、000が前記ブロードキャストフォワーディングタグを識別する情報であり、110がカスタマ分離タグを識別する情報であり、100がOAM&Pタグを識別する情報であることを特徴とする請求項43又は請求項44に記載のフレーム転送方法。

【請求項49】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む拡張タグを付加して拡張フレームとするフレーム処理手段と、

前記拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とするノード。

【請求項50】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、

入力された前記データフレームがブロードキャスト対象のフレームである場合に、前記データフレームに、前記フレームを受信した入口側のノードのフォワーディング情報を含む拡張タグを付加して拡張フレームとするフレーム処理手段と、

前記拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記ネットワーク上の各ノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とするノード。

【請求項51】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報及び前記送信先のカスタマ情報を含む拡張タグを付加して拡張フレームとするフレーム処理手段と、

前記拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とするノード。

【請求項52】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加して拡張フレームとするフレーム処理手段と、

前記拡張フレームを受信し、先頭の位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とするノード。

【請求項53】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、

入力された前記データフレームがブロードキャストすべきフレームである場合に、前記フレームを受信した入口側となるノードのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加して拡張フレームとするフレーム処理手段と、

前記拡張フレームを受信し、先頭の位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記ネットワーク上の各ノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とするノード。

【請求項54】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加して拡張フレームとするフレーム処理手段と、

前記拡張フレームを受信し、先頭の位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、

前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が次ホップのノードが異なるドメインに属することを示す場合に、削除回路への経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とするノード。

【請求項55】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加して拡張フレームとするフレーム処理手段と、

前記拡張フレームを受信し、先頭の位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、

前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が自ノードまたは自ノードが属するドメインの識別情報と一致する場合に、削除回路への経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とするノード。

【請求項56】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とするノード。

【請求項57】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、

入力された前記データフレームに、前記フレームを受信した入口側となるノードのフォワーディング情報を含む拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記ネットワーク上の各ノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とするノード。

【請求項58】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、

入力された前記データフレームを受信し、前記データフレームのVLANタグの情報に基づいて、前記ネットワーク上の各ノードへの経路へ転送するスイッチ

手段を備えることを特徴とするノード。

【請求項59】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、

入力された前記データフレームに、前記フレームを受信した入口側となるノードのフォワーディング情報を含む拡張タグを付加した拡張フレームを受信した場合には、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記ネットワーク上の各ノードへの経路へ転送し、前記VLANタグを付加したデータフレームを受信した場合には、前記データフレームのVLANタグの情報に基づいて、前記ネットワーク上の各ノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とするノード。

【請求項60】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報及び前記送信先のカスタマ情報を含む拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とするノード。

【請求項61】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、先頭に位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とするノード。

【請求項62】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、

入力された前記データフレームに、前記フレームを受信した入口側となるノードのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、先頭に位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記ネットワーク上の各ノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴

とするノード。

【請求項63】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、先頭に位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が次ホップのノードが異なるドメインに属することを示す場合に、削除回路への経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とするノード。

【請求項64】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、先頭に位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が自ノードまたは自ノードが属するドメインの識別情報と一致する場合に、削除回路への経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とするノード。

【請求項65】 前記フレーム処理手段は、

ノードの入力ポートに入力された前記データフレームのフレーム属性情報を抽出するフレーム属性検出器と、

前記フレーム属性情報に基づいて、前記拡張タグを生成する拡張タグ生成器と

入力された前記データフレームに生成した前記拡張タグを付加して拡張フレームに変換するフレーム変換器と

から構成されることを特徴とする請求項49から請求項64の何れか1項に記載のノード。

【請求項66】 前記拡張タグ生成器は、

前記フレーム属性検出器において生成されたフレーム属性情報とネットワーク情報との対応情報を格納した対応情報テーブルと、

前記フレーム属性情報を元に前記対応情報テーブルから前記フレーム属性情報を対応するネットワーク情報を読み込んだ後、前記ネットワーク情報を元に拡張タグを生成する拡張タグ生成部

とから構成されることを特徴とする請求項65に記載のノード。

【請求項67】 前記フレーム変換器は、

前記ノードの入力ポートに入力されたデータフレームがイーサネット(R)フレームである場合、

前記送信先MACアドレスの後に、前記拡張タグを挿入することを特徴とする請求項65または請求項66に記載のノード。

【請求項68】 前記フレーム変換器は、

前記データフレームがイーサネット(R)フレームである場合に前記フレームスイッチから転送されてきた前記拡張フレームから前記拡張タグを分離する拡張タグ分離部と、

該拡張タグ分離部から転送される前記イーサネット(R)フレームのFCSを再計算して該FCSを書き換えるFCS計算部を有することを特徴とする請求項65から請求項67の何れか1項に記載のノード。

【請求項69】 前記拡張タグ付きフレームに含まれる前記拡張タグを削除してデータフレームとして出力する拡張タグ削除回路を備えることを特徴とする請求項49から請求項68の何れか1項に記載のノード。

【請求項70】 前記拡張タグ削除回路は、

前記拡張フレームから前記拡張タグを分離する拡張タグ分離部と、

該拡張タグ分離部から転送される前記イーサネット(R)フレームのFCSを再計算して該FCSを書き換えるFCS計算部を有する部を有することを特徴とする請求項69に記載のノード。

【請求項71】 前記スイッチ手段は、

前記フレーム処理手段から転送される拡張フレームを受信し、前記拡張フレーム内の拡張タグに格納されたネットワーク情報を元に出力ポート情報を得るフレームフォワーディング部と、

前記フレームフォワーディング部から転送される拡張フレームと前記出力ポー

ト情報を受信し、前記拡張タグ付きフレームを前記出力ポート情報に応じたポートに出力するパケットスイッチ部

とから構成されることを特徴とする請求項49から請求項70の何れか1項に記載のノード。

【請求項72】 前記フレームフォワーディング部は、

受信した前記拡張フレームの拡張タグ内のフォワーディング情報と前記パケットスイッチの出力ポート情報の対応を示す拡張タグ情報テーブルと、

受信した前記拡張フレームの拡張タグからフォワーディング情報を抽出し、前記拡張タグ情報テーブルを参照して該フォワーディング情報から出力ポート情報を得るフォワーディング経路検索部

とから構成されることを特徴とする請求項71に記載のノード。

【請求項73】 前記フォワーディング情報が、前記出口側のノードの識別子情報、あるいは前記出口側のノードへ到達するためのラベル情報からなる識別情報であることを特徴とする請求項72に記載のノード。

【請求項74】 前記フォワーディング情報が、前記出口側のノードの識別子情報、あるいは前記出口側のノードへ到達するためのラベル情報、またはそれに加えて前記入口側のノードの識別子情報からなる識別情報であることを特徴とする請求項72に記載のノード。

【請求項75】 前記フォワーディング情報が、前記入口側のノードの識別子情報からなる識別情報であることを特徴とする請求項72に記載のノード。

【請求項76】 前記フォワーディング情報が、前記出口側のノードの識別子情報及びノードが属する各階層のドメインの識別子情報、あるいは前記出口側のノードへ到達するためのラベル情報からなる識別情報であることを特徴とする請求項72に記載のノード。

【請求項77】 前記ネットワークの前記入口側のノードが、前記転送先のアドレスと前記出口側のノードの識別情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、

前記ネットワークの中継ノードが、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、

前記出口側のノードが、前記転送先のアドレスと出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有することを特徴とする請求項49から請求項76の何れか1項に記載のノード。

【請求項78】 前記ネットワークの前記入口側のノードが、前記転送先のアドレスと前記出口側のノードの識別情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記入口側のノードの識別情報と1つまたは複数の出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、

前記ネットワークの中継ノードが、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記入口側のノードの識別情報と1つまたは複数の出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、

前記出口側のノードが、前記転送先のアドレスと出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記入口側のノードの識別情報と1つまたは複数の出力ポート情報を対応付けたテーブルを有することを特徴とする請求項49から請求項76の何れか1項に記載のノード。

【請求項79】 前記入口側のノードの識別情報は既存のVLANタグの値、または一部の既存VLANタグをグループ化したグループ識別子、または全ての既存VLANタグをグループ化したグループ識別子であることを特徴とする請求項49から請求項78の何れか1項に記載のノード。

【請求項80】 前記ネットワークの前記入口側のノードが、前記転送先のアドレスと前記出口側のノードの識別情報及び前記転送先のカスタマ情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、

前記ネットワークの中継ノードが、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、

前記出口側のノードが、前記転送先のカスタマ情報を出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けた

テーブルを有することを特徴とする請求項49から請求項77の何れか1項に記載のノード。

【請求項81】 前記ネットワークの前記入口側のノードが、前記転送先のアドレスと前記出口側のノードの識別情報及びノードが属する各階層のドメインの識別情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報とノードが属する各階層のドメインの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、

前記ネットワークの中継ノードが、前記出口側のノードの識別情報とノードが属する各階層のドメインの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、

前記出口側のノードが、前記転送先のアドレスと出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報とノードが属する各階層のドメインの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有することを特徴とする請求項49から請求項77の何れか1項に記載のノード。

【請求項82】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む拡張タグを付加して拡張フレームとする処理と、

前記拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送する処理とを実行することを特徴とするフレーム転送プログラム。

【請求項83】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、

入力された前記データフレームがブロードキャストすべきフレームである場合に、前記フレームを受信した入口側となるノードのフォワーディング情報を含む拡張タグを付加して拡張フレームとする処理と、

前記拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づ

いて、前記ネットワーク上の各ノードへの経路へ転送する処理とを実行することを特徴とするフレーム転送プログラム。

【請求項84】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報及び前記送信先のカスタマ情報を含む拡張タグを付加して拡張フレームとする処理と、

前記拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送する処理とを実行することを特徴とするフレーム転送プログラム。

【請求項85】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加して拡張フレームとする処理と、

前記拡張フレームを受信し、先頭の位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送する処理とを実行することを特徴とするフレーム転送プログラム。

【請求項86】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、

入力された前記データフレームがブロードキャストすべきフレームである場合に、前記フレームを受信した入口側となるノードのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加して拡張フレームとする処理と、

前記拡張フレームを受信し、先頭の位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記ネットワーク上の各ノードへの経路へ転送する処理とを実行することを特徴とするフレーム転送プログラム。

【請求項87】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加して拡張フレームとする処理と、

前記拡張フレームを受信し、先頭の位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、

前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が次ホップのノードが異なるドメインに属することを示す場合に、削除回路への経路へ転送する処理とを実行することを特徴とするフレーム転送プログラム。

【請求項88】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加して拡張フレームとする処理と、

前記拡張フレームを受信し、先頭の位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、

前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が自ノードまたは自ノードが属するドメインの識別情報と一致する場合に、削除回路への経路へ転送する処理とを実行することを特徴とするフレーム転送プログラム。

【請求項89】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送する処理を実行することを特徴とするフレーム転送プログラム。

【請求項90】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、

入力された前記データフレームに、前記フレームを受信した入口側となるノードのフォワーディング情報を含む拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記ネットワーク上の各ノードへの経路へ転送する処理を実行することを特徴とするフレーム転送プログラム。

【請求項91】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、

入力された前記データフレームに付加されるVLANタグの情報に基づいて、前記ネットワーク上の各ノードへの経路へ転送する処理を実行することを特徴とするフレーム転送プログラム。

【請求項92】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、

入力された前記データフレームに、前記フレームを受信した入口側となるノードのフォワーディング情報を含む拡張タグを付加した拡張フレームを受信した場合には、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記ネットワーク上の各ノードへの経路へ転送する処理を実行し、前記VLANタグを付加したデータフレームを受信した場合には、前記データフレームに付加されるVLANタグの情報に基づいて、前記ネットワーク上の各ノードへの経路へ転送する処理を実行することを特徴とするフレーム転送プログラム。

【請求項93】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報及び前記送信先のカスタマ情報を含む拡張タグを付加した拡

張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送する処理を実行することを特徴とするフレーム転送プログラム。

【請求項94】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、先頭に位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送する処理を実行することを特徴とするフレーム転送プログラム。

【請求項95】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、

入力された前記データフレームに、前記フレームを受信した入口側となるノードのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、先頭に位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記ネットワーク上の各ノードへの経路へ転送する処理を実行することを特徴とするフレーム転送プログラム。

【請求項96】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、先頭に位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が次ホップのノードが異なるドメインに属することを示す場合に、削除回路への経路へ転送する処理を実行することを特徴とするフレーム転送プログラム。

【請求項97】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所

定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを附加した拡張フレームを受信し、先頭に位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が自ノードまたは自ノードが属するドメインの識別情報と一致する場合に、削除回路への経路へ転送する処理を実行することを特徴とするフレーム転送プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるフレーム転送方法及びノードに関し、特に、ノードのFDBに要するメモリ量を削減すると共に高速スイッチングを実現するフレーム転送方法及びノードに関する。

【0002】

【従来の技術】

IPに代表されるデータ系トラヒックの増大に伴い、音声を主体に伝送サービスを行っていた従来の通信サービス会社（以下キャリア）においてもデータを廉価で効率よく伝送することが望まれている。イーサネット（R）技術はこれらの要求を満たす伝送手段の一つであり、これまでのLAN向けから公衆網向けに適用領域を広げている。

【0003】

図31、図32を用いてIEEE802.1qに準拠するイーサネット（R）フレーム及びIEEE802.1dに準拠するフレーム伝送方法を説明する。

【0004】

図31は、イーサネット（R）フレームの構成を示している。イーサネット（R）フレーム100は、送信先MACアドレス101と送信元MACアドレス102とネットワーク分離識別子103とイーサ属性識別子104とペイロード1

05とFrame Check Sequence (FCS) 106とから構成される。送信先MACアドレス101と送信元MACアドレス102には、イーサネット(R)フレーム100のそれぞれ送信先MACアドレス、送信元MACアドレスが格納される。送信元／送信先MACアドレスは、地理的要因やネットワーク構成要因に依存しない48ビットからなるハードウェアインターフェース固有のアドレスである。ネットワーク分離識別子103には、ネットワークを論理的に分離するVLAN-tag (Virtual LAN-tag) が格納されている。

【0005】

また、イーサ属性識別子104には、ペイロードに格納されたデータの属性を示すタイプ、あるいはイーサネット(R)フレーム100のフレーム長を示す情報が格納される。また、ネットワーク分離識別子103は省略されているときもある。以降の説明では、特に断りがない限り、これらのイーサネット(R)フレームも含めてイーサネット(R)フレーム100と称することにする。

【0006】

図32は、図31のイーサネット(R)フレーム100をスイッチするノード200を示している。ノード200は、ラーニングモジュール(Learning Module)210とフィルタリングデータベース(Filtering Database:以下FDBと称する)220とMACスイッチ(パケットスイッチ)230とから構成される。図32の入力ポート201-inと出力ポート201-out、入力ポート202-inと出力ポート202-out、入力ポート203-inと出力ポート203-outはそれぞれ1組の双方向ポートとする。

【0007】

入力ポート201-in、202-in、203-inからのイーサネット(R)フレーム100は、ラーニングモジュール210でスヌープされた後、MACスイッチ230に転送される。ラーニングモジュール210は、入力イーサネット(R)フレーム100の送信元MACアドレス102に格納されたMACアドレス情報とネットワーク分離識別子103に格納されたネットワーク分離情報

と、その入力ポート201-in、202-in、203-inの双方向ペアの出力ポート201-out、202-out、203-outとを学習し、これらの情報を関連づけてFDB220に登録する。

【0008】

MACスイッチ230は、FDB220から入力イーサネット（R）フレーム100の送信先MACアドレス101のMACアドレス情報、あるいは送信先MACアドレス101のMACアドレス情報とネットワーク分離識別子103のネットワーク分離情報に対する出力ポート情報を入手し、その出力ポート情報に応じたポートへ転送する。

【0009】

このようにして、ノード200はイーサネット（R）フレーム100の送信先MACアドレス101、送信元MACアドレス102、ネットワーク分離識別子103を用いて適切な出力ポートに転送することにより、イーサネット（R）フレーム100は所望の送信先端末に転送される。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

以上説明したように、既存イーサネット（R）のノードは、48ビットで表される送信先MACアドレス情報に基づいて入力イーサネット（R）フレームの出力ポートを決定する。MACアドレスは地理的要因／ネットワーク構成要因とは無関係のハードウェアインターフェース固有アドレスであるため、FDBには全ホストについてのエントリが必要であり、FDBのメモリ量が増加する。

【0011】

また、出力ポートを決定するときには48ビットの完全マッチングによる検索が必要であり、スイッチング速度が制限されるという問題がある。

【0012】

本発明の目的は、ネットワークにおけるノードのFDBに要するメモリ量を大幅に削減することができるフレーム転送方法及びノードを提供することにある。

【0013】

本発明の他の目的は、従来の送信先MACアドレスの完全マッチングによるフ

オワーディング先検索と比べ、検索の簡易化／高速化を図ることにより、高速フォワーディングを可能とするフレーム転送方法及びノードを提供することにある。

【0014】

本発明のさらに他の目的は、既存のノードとの親和性及び接続性を損なうことなくフレーム転送を実現できるフレーム転送方法及びノードを提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるフレーム転送方法において、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む拡張タグを附加して拡張フレームとし、前記ネットワーク上の各ノードが、前記附加された拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて前記データフレームを中継し、前記出口側のノードへ転送することを特徴とする。

【0016】

請求項2の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるフレーム転送方法において、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報及び前記送信元と前記送信先とが属するカスタマ情報を含む拡張タグを附加して拡張フレームとし、前記ネットワーク上の各ノードが、前記附加された拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて前記データフレームを中継し、前記出口側のノードへ転送することを特徴とする。

【0017】

請求項3の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるフレーム転送方法において、入力された前記データフレームがブロードキャスト対象のフレームである場合に、前記データフレームに、前記フレームを受信した入口側のノードのフォワーディン

グ情報を含む拡張タグを付加して拡張フレームとし、前記ネットワーク上の各ノードが、前記付加された拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて前記データフレームを中継し、前記ネットワーク上の各ノードへ転送することを特徴とする。

【0018】

請求項4の本発明のフレーム転送方法は、前記ブロードキャスト対象のフレームが、出力先のノードが不明なフレームであることを特徴とする。

【0019】

請求項5の本発明のフレーム転送方法は、前記ネットワーク上の前記データフレームの送信元の入口側となるノードにおいて、前記データフレームのネットワーク情報に基づいて前記拡張タグを生成し、生成した前記拡張タグを付加して前記拡張フレームとすることを特徴とする。

【0020】

請求項6の本発明のフレーム転送方法は、前記ネットワーク上の前記出口側のノードにおいて、前記拡張フレームから前記拡張タグを削除して前記データフレームとして前記転送先へ転送することを特徴とする。

【0021】

請求項7の本発明のフレーム転送方法は、前記データフレームが、イーサネット（R）フレームであることを特徴とする。

【0022】

請求項8の本発明のフレーム転送方法は、前記イーサネット（R）フレームのVLANタグを、前記拡張タグで置き換えることで前記拡張フレームとすることを特徴とする。

【0023】

請求項9の本発明のフレーム転送方法は、前記イーサネット（R）フレームの送信元MACアドレスの直後に、前記拡張タグを挿入することにより前記拡張フレームとすることを特徴とする。

【0024】

請求項10の本発明のフレーム転送方法は、前記イーサネット（R）フレーム

が前記VLANタグを有さない場合は、送信元MACアドレスとイーサネット(R)属性情報の間に前記拡張タグを付加することで前記拡張フレームとすることを特徴とする。

【0025】

請求項11の本発明のフレーム転送方法は、前記フォワーディング情報が、前記出口側のノードの識別子情報、あるいは前記出口側のノードへ到達するためのラベル情報からなる識別情報であることを特徴とする。

【0026】

請求項12の本発明のフレーム転送方法は、前記フォワーディング情報が、前記出口側のノードの識別子情報、あるいは前記出口側のノードへ到達するためのラベル情報とそれに加えて前記入口側のノードの識別子情報からなる識別情報であることを特徴とする。

【0027】

請求項13の本発明のフレーム転送方法は、前記フォワーディング情報が、前記入口側のノードの識別子情報からなる識別情報であることを特徴とする。

【0028】

請求項14の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるフレーム転送方法において、前記送信元からの入口側のノードが、VLANタグ付加データフレームを前記ネットワーク上に入力し、前記ネットワーク上の各ノードが、前記VLANタグに格納される情報に基づいて前記データフレームをブロードキャスト転送し、前記出口側のノードへ転送することを特徴とする。

【0029】

請求項15の本発明のフレーム転送方法は、前記データフレームに付加されるタグの値を前記拡張タグのフォワーディング情報に用いる値と、前記VLANに用いる値に分けることを特徴とする。

【0030】

請求項16の本発明のフレーム転送方法は、前記データフレームに付加されるタグの値が前記拡張タグ用の値である場合には、前記拡張タグのフォワーディン

グ情報に基づく転送を行い、前記V L A N タグ用の値である場合には、前記V L A N タグの情報に基づくブロードキャスト転送を行なうことを特徴とする。

【0031】

請求項17の本発明のフレーム転送方法は、前記前記V L A N タグ用の値の範囲を、さらに複数の範囲に分割し、当該複数の範囲毎に、ブロードキャスト経路を設定することを特徴とする。

【0032】

請求項18の本発明のフレーム転送方法は、前記拡張タグの長さが32ビットであり、前記拡張タグの格納領域の長さが32ビットの整数倍であることを特徴とする。

【0033】

請求項19の本発明のフレーム転送方法は、前記ネットワークの前記入口側のノードが、前記転送先のアドレスと前記出口側のノードの識別情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、前記ネットワークの中継ノードが、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、前記出口側のノードが、前記転送先のアドレスと出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有することを特徴とする。

【0034】

請求項20の本発明のフレーム転送方法は、前記ネットワークの前記入口側のノードが、前記転送先のアドレスと前記出口側のノードの識別情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記入口側のノードの識別情報と1つまたは複数の出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、前記ネットワークの中継ノードが、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記入口側のノードの識別情報と1つまたは複数の出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、前記出口側のノードが、前記転送先のアドレスと出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記入口側のノードの識別情報と1つまたは複数の出力ポート情報を対応付け

たテーブルを有することを特徴とする。

【0035】

請求項21の本発明のフレーム転送方法は、前記入口側のノードの識別情報は既存のVLANタグの値、または一部の既存VLANタグをグループ化したグループ識別子、または全ての既存VLANタグをグループ化したグループ識別子であることを特徴とする。

【0036】

請求項22の本発明のフレーム転送方法は、前記ネットワークの前記入口側のノードが、前記転送先のアドレスと前記出口側のノードの識別情報及び前記転送先のカスタマ情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、前記ネットワークの中継ノードが、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、前記出口側のノードが、前記転送先のカスタマ情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有することを特徴とする。

【0037】

請求項23の本発明は、複数のノードがリンクによって接続されるネットワークにおいて、そのネットワークの物理接続に対して一部のノードをグループ化してドメインとして物理接続に対する上位階層の階層ネットワークとし、前記階層ネットワークに対して一部のドメインをグループ化して上位ドメインとして前記階層ネットワークに対する上位階層の階層ネットワークとし、前記階層ネットワークの構造が任意数の階層となることを特徴とする。

【0038】

請求項24の本発明の階層化ネットワークは、前記ドメインの境界がリンクであることを特徴とする。

【0039】

請求項25の本発明の階層化ネットワークは、前記ドメインの境界がノードであることを特徴とする。

【0040】

請求項26の本発明の階層化ネットワークは、前記ドメインの境界がリンクとノードが混在していることを特徴とする。

【0041】

請求項27の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるフレーム転送方法において、ネットワークの物理接続に対して一部のノードをグループ化してドメインとして物理接続に対する上位階層の階層ネットワークとし、前記階層ネットワークに対して一部のドメインをグループ化して上位ドメインとして前記階層ネットワークに対する上位階層の階層ネットワークとすることにより、前記階層ネットワークの構造が任意数の階層となる階層化ネットワークを形成し、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送する前記階層化ネットワークにおけるフレーム転送方法において、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む拡張タグを付加して拡張フレームとし、前記ネットワーク上の各ノードが、前記付加された拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて前記データフレームを中継し、前記出口側のノードへ転送することを特徴とする。

【0042】

請求項28の本発明のフレーム転送方法は、前記階層化ネットワーク上の前記データフレームの送信元の入口側となるノードにおいて、前記フォワーディング情報が、前記出口側のノードの識別子情報及び出口側のノードが属する各階層のドメインの識別子情報、またはそれに加えて前記入口側のノードの識別子情報及び入口側のノードが属する各階層のドメインの識別子情報であり、前記フォワーディング情報を複数の拡張タグに格納し、前記複数の拡張タグを付加して拡張フレームとすることを特徴とする。

【0043】

請求項29の本発明のフレーム転送方法は、前記階層化ネットワーク上の各ノードにおいて、前記付加された複数の拡張タグの先頭の拡張タグに格納されるフォワーディング情報に基づいて前記データフレームを中継することを特徴とする。

【0044】

請求項30の本発明のフレーム転送方法は、前記階層化ネットワーク上の各ノードにおいて、前記先頭の拡張タグに基づいて決定した出力ポートの接続先が異なるドメインである場合、前記先頭の拡張タグを削除した後に決定した出力ポートに前記データフレームを中継することを特徴とする。

【0045】

請求項31の本発明のフレーム転送方法は、前記階層化ネットワーク上の前記出口側のノードにおいて、前記拡張フレームから前記拡張タグを削除して前記データフレームとして前記転送先へ転送することを特徴とする。

【0046】

請求項32の本発明のフレーム転送方法は、前記階層ネットワークの前記入口側のノードが、前記転送先のアドレスと前記出口側のノードの識別情報及び出口側のノードが属する各ドメインの識別情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出口側のノードが属する各階層のドメインの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、前記階層ネットワークの中継ノードが、前記出口側のノードの識別情報と出口側のノードが属する各階層のドメインの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、前記階層ネットワークの前記出口側のノードが、前記転送先のアドレス情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と前記出口側のノードが属する各階層のドメインの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有することを特徴とする。

【0047】

請求項33の本発明のフレーム転送方法は、前記階層ネットワークの前記中継ノードが、出力ポートの接続先ノードが異なるドメインである場合、出力ポート情報として特別なフラグを併せ持つことを特徴とする。

【0048】

請求項34の本発明のフレーム転送方法は、前記階層ネットワークの各々の前記ノードが、自ノードのノード識別情報または自ノードが属するドメインのドメイン識別情報に対する出力ポート情報を特別なフラグを併せ持つことを特徴

とする。

【0049】

請求項35の本発明のフレーム転送方法は、前記拡張タグは、拡張タグ識別領域と情報格納領域とによって構成され、該拡張タグ識別領域には、1) 前記拡張タグ格納領域内に拡張タグ付きフレームの転送情報を格納したフォワーディング情報タグ以外の拡張タグが存在するかどうかを示すフォワーディングタグ表示ビット、2) 前記拡張タグ格納領域の最後尾に収容された拡張タグであることを示す領域終点表示ビット、3) 将来の機能拡張に備えた予約ビット、4) 拡張タグであることを明示するVLANタグ／拡張タグ表示ビット、5) 拡張タグの種別を表示するタグ種別表示領域、6) 前記拡張タグ付きフレームのホップ数をカウントするTTL(Time To Live)、またはそれに追加して前記拡張タグの誤りチェックのための検査符号が格納されるフレーム制御情報格納領域のうちの少なくとも1以上が格納されることを特徴とする。

【0050】

請求項36の本発明のフレーム転送方法は、前記拡張タグは、拡張タグ識別領域と情報格納領域とによって構成され、該拡張タグ識別領域には、1) 前記拡張タグ格納領域内に、拡張タグ付きフレームの転送情報を格納したフォワーディング情報タグ以外の拡張タグが存在するかどうかを示すフォワーディングタグ表示ビット、2) 前記拡張タグ格納領域の最後尾に収容された拡張タグであることを示す領域終点表示ビット、5) 拡張タグの種別を表示するタグ種別表示領域、が格納されていることを特徴とする。

【0051】

請求項37の本発明のフレーム転送方法は、前記拡張タグは、拡張タグ識別領域と情報格納領域とによって構成され、該拡張タグ識別領域は拡張タグの前半部に位置しその長さが16ビットであり、該情報格納領域は拡張タグの前半部に位置しその長さが16ビットであり、該拡張タグ識別領域には、1) 前記拡張タグ格納領域内に拡張タグ付きフレームの転送情報を格納したフォワーディング情報タグ以外の拡張タグが存在するかどうかを示すフォワーディングタグ表示ビット、2) 前記拡張タグ格納領域の最後尾に収容された拡張タグであることを示す領

域終点表示ビット、3) 将来の機能拡張に備えた予約ビット、4) 拡張タグであることを明示する値が1に固定されたVLANタグ／拡張タグ表示ビット、5) 拡張タグの種別を表示する4ビットのタグ種別表示領域、6) 前記拡張タグ付きフレームのホップ数をカウントする8ビットのTTL（Time To Live）、が格納され、前記VLANタグ／拡張タグ表示ビットは拡張タグ識別領域の先頭から2から4ビット目に格納されることを特徴とする。

【0052】

請求項38の本発明のフレーム転送方法は、前記拡張タグは、拡張タグ識別領域と情報格納領域とによって構成され、該拡張タグ識別領域は拡張タグの前半部に位置しその長さが16ビットであり、該情報格納領域は拡張タグの前半部に位置しその長さが16ビットであり、該拡張タグ識別領域には、1) 前記拡張タグ格納領域内に拡張タグ付きフレームの転送情報を格納したフォワーディング情報タグ以外の拡張タグが存在するかどうかを示すフォワーディングタグ表示ビット、2) 前記拡張タグ格納領域の最後尾に収容された拡張タグであることを示す領域終点表示ビット、3) 将来の機能拡張に備えた予約ビット、4) 拡張タグであることを明示する値が1に固定されたVLANタグ／拡張タグ表示ビット、5) 拡張タグの種別を表示する3ビットのタグ種別表示領域、6) 前記拡張タグ付きフレームのホップ数をカウントする8ビットのTTL（Time To Live）、が格納され、前記VLANタグ／拡張タグ表示ビットは拡張タグ識別領域の先頭から2から5ビット目に格納されることを特徴とする。

【0053】

請求項39の本発明のフレーム転送方法は、前記拡張タグが前記フォワーディング情報を含む場合は、拡張タグ識別領域と情報格納領域とによって構成され、該情報格納領域はフレームの転送情報を格納したフォワーディング情報タグの種別を格納するアドレスタイプ領域と、フレームの転送情報を格納したアドレス領域とを格納されることを特徴とする。

【0054】

請求項40の本発明のフレーム転送方法は、前記拡張タグに、障害発生時の障害情報や障害復旧のための迂回経路情報を含むプロテクション情報、パケットロ

ス率やフレームのネットワーク内への流入時間や帯域制御情報を含む品質情報、フレームのネットワーク内での生存時間や誤り検出のための情報を含むフレーム制御情報、フレームの信頼性やネットワーク構築時やネットワーク構成変更時の秘匿性を確保するための情報を含むセキュリティ情報、ユーザによって任意に定義される情報を含むユーザ拡張情報を選択的に含むことを特徴とする。

【0055】

請求項41の本発明のフレーム転送方法は、前記拡張タグに、フレームを送信先への出口側となるノードへ転送するためのフォワーディング情報、ブロードキャストするフレームをネットワーク上の全てのノードへ転送するためのブロードキャストフォワーディング情報、フレームの送信先と送信元が属するカスタマを識別するためのカスタマ分離情報、ネットワークの運用、管理を行なうためのOAM&P情報、前記プロテクション情報、前記品質情報、前記フレーム制御情報、前記セキュリティ情報、前記ユーザ拡張情報を選択的に含むことを特徴とする。

【0056】

請求項42の本発明のフレーム転送方法は、前記拡張タグに、前記フォワーディング情報、前記ブロードキャストフォワーディング情報、前記カスタマ分離情報、前記OAM&P情報を含むことを特徴とする。

【0057】

請求項43の本発明のフレーム転送方法は、前記拡張タグは、拡張タグ識別領域と情報格納領域とによって構成され、前記拡張タグ識別領域には、IEEE802.1Qで規定のTPIDの値である 0×8100 、または規定外の 0×9100 、またはその他の値が格納され、前記情報格納領域は、IEEE802.1Qで規定のPriority領域およびCFI領域と前記拡張タグの情報を格納する拡張タグ情報格納領域とから構成されることを特徴とする。

【0058】

請求項44の本発明のフレーム転送方法は、前記拡張タグは、拡張タグ識別領域と情報格納領域とによって構成され、該拡張タグ識別領域は前記拡張タグの前半部に位置し、その長さは16ビットであり、該情報格納領域は前記拡張タグの

後半部に位置し、その長さは16ビットであり、前記拡張タグ識別領域には、IEEE802.1Qで規定のTPIDの値である 0×8100 、または規定外の 0×9100 、またはその他の値が格納され、前記情報格納領域は、IEEE802.1Qで規定のPriority領域およびCFI領域と前記拡張タグの情報を格納する拡張タグ情報格納領域とから構成されることを特徴とする。

【0059】

請求項45の本発明のフレーム転送方法は、前記情報格納領域のPriority領域には、一部のPriority値に対してIEEE802.1pで規定の優先度が割り当てられ、残りのPriority値に対して前記拡張タグの識別情報が割り当てられることを特徴とする。

【0060】

請求項46の本発明のフレーム転送方法は、前記情報格納領域のPriority領域には、4つのPriority値に対してIEEE802.1pで規定の優先度が割り当てられ、残りの4つのPriority値に対して前記拡張タグの識別情報が割り当てられることを特徴とする。

【0061】

請求項47の本発明のフレーム転送方法は、前記情報格納領域のPriority領域には、111、101、011、010のPriority値に対してIEEE802.1pで規定の優先度が割り当てられ、001、000、110、100のPriority値に対して前記拡張タグの識別情報が割り当てられることを特徴とする。

【0062】

請求項48の本発明のフレーム転送方法は、前記情報格納領域の前記Priority値は、001が前記フォワーディングタグを識別する情報であり、000が前記ブロードキャストフォワーディングタグを識別する情報であり、110がカスタマ分離タグを識別する情報であり、100がOAM&Pタグを識別する情報であることを特徴とする。

【0063】

請求項49の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレーム

を所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む拡張タグを付加して拡張フレームとするフレーム処理手段と、前記拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とする。

【0064】

請求項50の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、入力された前記データフレームがブロードキャストすべきフレームである場合に、前記フレームを受信した入口側となるノードのフォワーディング情報を含む拡張タグを付加して拡張フレームとするフレーム処理手段と、前記拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記ネットワーク上の各ノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とする。

【0065】

請求項51の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報及び前記送信先のカスタマ情報を含む拡張タグを付加して拡張フレームとするフレーム処理手段と、前記拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とする。

【0066】

請求項52の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加して拡張フレームとするフレーム処理手段と、前記拡張フレームを受信し、先頭の位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とする。

【0067】

請求項53の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、入力された前記データフレームがブロードキャストすべきフレームである場合に、前記フレームを受信した入口側となるノードのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加して拡張フレームとするフレーム処理手段と、前記拡張フレームを受信し、先頭の位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記ネットワーク上の各ノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とする。

【0068】

請求項54の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加して拡張フレームとするフレーム処理手段と、前記拡張フレームを受信し、先頭の位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が次ホップのノードが異なるドメインに属することを示す場合に、削除回路への経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とする。

【0069】

請求項55の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加して拡張フレームとするフレーム処理手段と、前記拡張フレームを受信し、先頭の位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が自ノードまたは自ノードが属するドメインの識別情報と一致する場合に、削除回路への経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とする。

【0070】

請求項56の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む拡張タグを附加した拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とする。

【0071】

請求項57の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、入力された前記データフレームに、前記フレームを受信した入口側となるノードのフォワーディング情報を含む拡張タグを附加した拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記ネットワーク上の各ノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とする。

【0072】

請求項58の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、入力された前記データフレームを受信し、前記データフレームのVLANタグの情報に基づいて、前記ネットワーク上の各ノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とする。

【0073】

請求項59の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、入力された前記データフレームに、前記フレームを受信した入口側となるノードのフォワーディング情報を含む拡張タグを附加した拡張フレームを受信した場合には、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記ネットワーク上の各ノードへの経路へ転送し、前記VLANタグを附加したデータフレームを受信した場合には、前記データフレームのVLANタグの情報に基づいて、前記ネットワーク上の各ノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とする。

【0074】

請求項60の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とする。

【0075】

請求項61の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、先頭に位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とする。

【0076】

請求項62の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、入力された前記データフレームに、前記フレームを受信した入口側となるノードのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、先頭に位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記ネットワーク上の各ノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とする。

【0077】

請求項63の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、先頭に位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が次ホップのノードが異なるドメインに属することを示す場合に、削除回路への経路へ転送するスイ

ツチ手段を備えることを特徴とする。

【0078】

請求項64の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを附加した拡張フレームを受信し、先頭に位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が自ノードまたは自ノードが属するドメインの識別情報と一致する場合に、削除回路への経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とする。

【0079】

請求項65の本発明のノードでは、前記フレーム処理手段は、ノードの入力ポートに入力された前記データフレームのフレーム属性情報を抽出するフレーム属性検出器と、前記フレーム属性情報に基づいて、前記拡張タグを生成する拡張タグ生成器と、入力された前記データフレームに生成した前記拡張タグを附加して拡張フレームに変換するフレーム変換器とから構成されることを特徴とする。

【0080】

請求項66の本発明のノードでは、前記拡張タグ生成器は、前記フレーム属性検出器において生成されたフレーム属性情報とネットワーク情報との対応情報を格納した対応情報テーブルと、前記フレーム属性情報を元に前記対応情報テーブルから前記フレーム属性情報に対応するネットワーク情報を読み込んだ後、前記ネットワーク情報を元に拡張タグを生成する拡張タグ生成部とから構成されることを特徴とする。

【0081】

請求項67の本発明のノードでは、前記フレーム変換器は、前記ノードの入力ポートに入力されたデータフレームがイーサネット(R)フレームである場合、前記送信先MACアドレスの後に、前記拡張タグを挿入することを特徴とする。

【0082】

請求項68の本発明のノードでは、前記フレーム変換器は、前記データフレー

ムがイーサネット（R）フレームである場合に前記フレームスイッチから転送されてきた前記拡張フレームから前記拡張タグを分離する拡張タグ分離部と、該拡張タグ分離部から転送される前記イーサネット（R）フレームのFCSを再計算して該FCSを書き換えるFCS計算部を有することを特徴とする。

【0083】

請求項69の本発明のノードでは、前記拡張タグ付きフレームに含まれる前記拡張タグを削除してデータフレームとして出力する拡張タグ削除回路を備えることを特徴とする。

【0084】

請求項70の本発明のノードでは、前記拡張タグ削除回路は、前記拡張フレームから前記拡張タグを分離する拡張タグ分離部と、該拡張タグ分離部から転送される前記イーサネット（R）フレームのFCSを再計算して該FCSを書き換えるFCS計算部を有することを特徴とする。

【0085】

請求項71の本発明のノードでは、前記スイッチ手段は、前記フレーム処理手段から転送される拡張フレームを受信し、前記拡張フレーム内の拡張タグに格納されたネットワーク情報を元に出力ポート情報を得るフレームフォワーディング部と、前記フレームフォワーディング部から転送される拡張フレームと前記出力ポート情報を受信し、前記拡張タグ付きフレームを前記出力ポート情報に応じたポートに出力するパケットスイッチ部とから構成されることを特徴とする。

【0086】

請求項72の本発明のノードでは、前記フレームフォワーディング部は、受信した前記拡張フレームの拡張タグ内のフォワーディング情報と前記パケットスイッチの出力ポート情報の対応を示す拡張タグ情報テーブルと、受信した前記拡張フレームの拡張タグからフォワーディング情報を抽出し、前記拡張タグ情報テーブルを参照して該フォワーディング情報から出力ポート情報を得るフォワーディング経路検索部とから構成されることを特徴とする。

【0087】

請求項73の本発明のノードでは、前記フォワーディング情報が、前記出口側

のノードの識別子情報、あるいは前記出口側のノードへ到達するためのラベル情報からなる識別情報であることを特徴とする。

【0088】

請求項74の本発明のノードでは、前記フォワーディング情報が、前記出口側のノードの識別子情報、あるいは前記出口側のノードへ到達するためのラベル情報、またはそれに加えて前記入口側のノードの識別子情報からなる識別情報であることを特徴とする。

【0089】

請求項75の本発明のノードでは、前記フォワーディング情報が、前記入口側のノードの識別子情報からなる識別情報であることを特徴とする。

【0090】

請求項76の本発明のノードでは、前記フォワーディング情報が、前記出口側のノードの識別子情報及びノードが属する各階層のドメインの識別子情報、あるいは前記出口側のノードへ到達するためのラベル情報からなる識別情報であることを特徴とする。

【0091】

請求項77の本発明のノードでは、前記ネットワークの前記入口側のノードが、前記転送先のアドレスと前記出口側のノードの識別情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、前記ネットワークの中継ノードが、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、前記出口側のノードが、前記転送先のアドレスと出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有することを特徴とする。

【0092】

請求項78の本発明のノードでは、前記ネットワークの前記入口側のノードが、前記転送先のアドレスと前記出口側のノードの識別情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記入口側のノードの識別情報と1つまたは複数の出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、前記ネットワークの中継ノードが、前記出口側のノードの識別

情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記入口側のノードの識別情報と1つまたは複数の出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、前記出口側のノードが、前記転送先のアドレスと出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記入口側のノードの識別情報と1つまたは複数の出力ポート情報を対応付けたテーブルを有することを特徴とする。

【0093】

請求項79の本発明のノードでは、前記入口側のノードの識別情報は既存のVLANタグの値、または一部の既存VLANタグをグループ化したグループ識別子、または全ての既存VLANタグをグループ化したグループ識別子であることを特徴とする。

【0094】

請求項80の本発明のノードでは、前記ネットワークの前記入口側のノードが、前記転送先のアドレスと前記出口側のノードの識別情報及び前記転送先のカスタマ情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、前記ネットワークの中継ノードが、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、前記出口側のノードが、前記転送先のカスタマ情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有することを特徴とする。

【0095】

請求項81の本発明のノードでは、前記ネットワークの前記入口側のノードが、前記転送先のアドレスと前記出口側のノードの識別情報及びノードが属する各階層のドメインの識別情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報とノードが属する各階層のドメインの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、前記ネットワークの中継ノードが、前記出口側のノードの識別情報とノードが属する各階層のドメインの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、前記出口側のノードが、前記転送先のアドレスと出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報とノードが属す

る各階層のドメインの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有することを特徴とする。

【0096】

請求項82の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む拡張タグを附加して拡張フレームとする処理と、前記拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送する処理とを実行することを特徴とする。

【0097】

請求項83の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、入力された前記データフレームがブロードキャストすべきフレームである場合に、前記フレームを受信した入口側となるノードのフォワーディング情報を含む拡張タグを附加して拡張フレームとする処理と、前記拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記ネットワーク上の各ノードへの経路へ転送する処理とを実行することを特徴とする。

【0098】

請求項84の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報及び前記送信先のカスタマ情報を含む拡張タグを附加して拡張フレームとする処理と、前記拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送する処理とを実行することを特徴とする。

【0099】

請求項 8 5 の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを附加して拡張フレームとする処理と、前記拡張フレームを受信し、先頭の位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送する処理とを実行することを特徴とする。

【0100】

請求項 8 6 の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、入力された前記データフレームがブロードキャストすべきフレームである場合に、前記フレームを受信した入口側となるノードのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを附加して拡張フレームとする処理と、前記拡張フレームを受信し、先頭の位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記ネットワーク上の各ノードへの経路へ転送する処理とを実行することを特徴とする。

【0101】

請求項 8 7 の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを附加して拡張フレームとする処理と、前記拡張フレームを受信し、先頭の位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が次ホップのノードが異なるドメインに属することを示す場合に、削除回路への経路へ転送する処理とを実行することを特徴とする。

【0102】

請求項 8 8 の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレーム

を所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを附加して拡張フレームとする処理と、前記拡張フレームを受信し、先頭の位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が自ノードまたは自ノードが属するドメインの識別情報と一致する場合に、削除回路への経路へ転送する処理とを実行することを特徴とする。

【0103】

請求項89の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む拡張タグを附加した拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送する処理を実行することを特徴とする。

【0104】

請求項90の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、入力された前記データフレームに、前記フレームを受信した入口側となるノードのフォワーディング情報を含む拡張タグを附加した拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記ネットワーク上の各ノードへの経路へ転送する処理を実行することを特徴とする。

【0105】

請求項91の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、入力された前記データフレームに附加されるVLANタグの情報に基づいて、前記ネットワーク

上の各ノードへの経路へ転送する処理を実行することを特徴とする。

【0106】

請求項92の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、入力された前記データフレームに、前記フレームを受信した入口側となるノードのフォワーディング情報を含む拡張タグを付加した拡張フレームを受信した場合には、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記ネットワーク上の各ノードへの経路へ転送する処理を実行し、前記VLANタグを付加したデータフレームを受信した場合には、前記データフレームに付加されるVLANタグの情報に基づいて、前記ネットワーク上の各ノードへの経路へ転送する処理を実行することを特徴とする。

【0107】

請求項93の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報及び前記送信先のカスタマ情報を含む拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送する処理を実行することを特徴とする。

【0108】

請求項94の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、先頭に位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送する処理を実行することを特徴とする。

【0109】

請求項95の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、入力された前記データフレームに、前記フレームを受信した入口側となるノードのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、先頭に位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記ネットワーク上の各ノードへの経路へ転送することを特徴とする。

【0110】

請求項96の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、先頭に位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が次ホップのノードが異なるドメインに属することを示す場合に、削除回路への経路へ転送する処理を実行することを特徴とする。

【0111】

請求項97の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、先頭に位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が自ノードまたは自ノードが属するドメインの識別情報と一致する場合に、削除回路への経路へ転送する処理を実行することを特徴とする。

【0112】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0113】

(第1の拡張タグ付きフレーム構成)

本発明のフレーム伝送方法において用いる第1のフレームフォーマットについて説明する。

【0114】

図1は、IEEE802.1Qで規定されているVLANタグ付きのイーサネット(R)フレームのフォーマットである。VLANタグ付きイーサネット(R)フレーム2200は、送信先MACアドレス2201と、送信元MACアドレス2202と、VLANタグ2203と、イーサネット(R)属性情報2204と、ペイロード2205と、FCS2206とから構成される。

【0115】

これに対して、図2は、本発明の拡張タグ付きイーサネット(R)フレームのフォーマットである。拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2300は、送信先MACアドレス2201と、送信元MACアドレス2202と、拡張タグ格納領域2301と、イーサネット(R)属性情報2204と、ペイロード2205と、FCS2206とから構成され、既存のVLANタグ付きイーサネット(R)フレーム2200のVLANタグ2203が拡張タグ格納領域2301に置き換わる。

【0116】

また図3に示すように別の構成の拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2400も存在し、これは送信先MACアドレス2201と、送信元MACアドレス2202と、拡張タグ格納領域2301と、VLANタグ2203と、イーサネット(R)属性情報2204と、ペイロード2205と、FCS2206とから構成され、拡張タグ格納領域2301は送信元MACアドレス2202の後に挿入される。

【0117】

拡張タグ格納領域2301には1つまたは複数の拡張タグを格納可能である。拡張タグのサイズは4バイトであり、VLANタグ2203と同一サイズとなっ

ている。拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300、2400の最上段の拡張タグとVLANタグ付きイーサネット（R）フレーム2200のVLANタグは同一の位置に同一のサイズで格納されており、その区別は各々のタグの上位2バイトに格納される値を変更することにより区別する（詳細については後述する）。

【0118】

これにより、拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300、2400は、VLANタグ付きイーサネット（R）フレーム2200と互換性を有しており、既存ノード、拡張タグ対応ノードの双方においてどちらのフレームも処理可能である。

【0119】

図4、図5は、拡張タグ格納領域2301を示している。図4に示す格納例では、1つの拡張タグ2500が格納され、図5に示す格納例では、9個の拡張タグ2500～2508が格納されている。また、図4に示す格納例では、フォワーディングタグ2500が格納されている。

【0120】

フォワーディングタグ2500には宛先ノードの識別子や宛先までのラベル（例えばMPLSラベル）が格納される。また、宛先ノードの識別子を格納したフォワーディングタグ2500に加えて、送信元ノードの識別子を格納する場合もある。各ノードはこのフォワーディングタグを参照してフレーム転送先を決定する。このフォワーディングタグ2500は拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300、2400において必ず格納される（後述のように一部例外があり、格納されない場合がある）。図5に示す格納例では、フォワーディングタグ2500以外の拡張タグも格納されている。

【0121】

拡張タグの種類としては、カスタマ分離タグ2501、プロテクションタグ2502、OAM&Pタグ2503、品質情報タグ2504、フレーム制御タグ2505、セキュリティタグ2506、ユーザ拡張タグ2507、ブロードキャストフォワーディングタグ2508が格納されている。

【0122】

カスタマ分離タグ2501には、各ノード900に収容されるカスタマ毎に情報を分離するための識別子が格納される。カスタマとしては、同一のVLANの所属するカスタマを同一カスタマとする場合や、2つ以上のノード900の特定のポートに収容されるカスタマを同一カスタマとする場合や、網内のノードに接続する2つ以上のホストを同一カスタマとする場合などがある。これらのカスタマに対して分離識別子が割り当てられ、各カスタマからのフレームにはカスタマ分離タグ2501内にこの分離識別子が格納される。カスタマ分離タグ2501によってカスタマを識別することにより、カスタマ単位の付加サービス（例えば、特定カスタマに対する優先制御など）の提供が可能となる。また、カスタマ分離タグ2501は複数スタックして使うことも可能である。この場合、分離可能なカスタマ数を大幅に増やすことができる。なお、カスタマ分離タグ2501をスタックする場合には、スタックした最終段のカスタマ分離タグ2501は最終段であることを示す特別なカスタマ分離タグを使用する。

【0123】

プロテクションタグ2502には、障害発生時の障害情報や障害復旧のための迂回経路情報が格納される。OAM&Pタグ2503には、運用／管理情報が格納される。

【0124】

品質情報タグ2504には、遅延、ジッタ、パケットロス率やフレームのネットワーク内への流入時間を示すタイムスタンプ、帯域制御情報等の品質情報が格納される。品質情報タグ2504にタイムスタンプ値が格納されている場合、フレームを受信したノード900は現在の時刻とタイムスタンプ値よりそのフレームの網内遅延（ネットワーク内での滞在時間）を算出することができる。網内遅延の保証値が定められている場合には、保証値を実現できるよう優先処理を実施することができる。また、品質情報タグ2504に要求帯域や蓄積データ量やトラヒッククラス等の帯域制御情報が格納されている場合、そのフローの蓄積データ量やトラヒッククラスと他のフローのトラヒック状況を考慮して、要求帯域を確保するための帯域制御を実施することができる。

【0125】

フレーム制御タグ2505には、フレームのネットワーク内の生存時間を制限するホップカウンタ（TTL : Time To Live）や誤り検出のためのCRCなどの情報が格納される。TTLが格納される場合には、経由するノード毎にTTL値が減算され、TTL=0となったところでこのフレームは廃棄される。これにより、ループ経路になった場合でもフレームが循環し続けるのを防ぐことができる。またCRCが格納される場合には、入口側ノードにおける拡張タグ格納領域2301のCRC演算結果が格納されており、出口側ノードにおいて再度CRC演算を実施して格納値と比較することにより、拡張タグ格納領域2301の誤りを検出可能である。

【0126】

セキュリティタグ2506には、フレームの信頼性、ネットワーク構築時やネットワーク構成変更時の秘匿性を確保するための情報が格納される。セキュリティタグ2506の利用例としては以下の例があげられる。ネットワーク内で通信するカスタマにはカスタマ毎のセキュリティ識別子が予め設定され、その識別子はカスタマが接続する各ノードで保持される。各カスタマはフレーム転送の際に、設定されたセキュリティ識別子を常にセキュリティタグ2506に格納することにより、カスタマ分離タグ2501の情報を改ざんした悪意のあるカスタマからのフレーム送受信を防ぐことができる。また、ネットワーク構築時やネットワーク構成変更時において、ノード間でネゴシエートして共通のセキュリティ識別子を設定する。当該ノード間のフレーム転送の際に、設定したセキュリティ識別子を常にセキュリティタグ2506に格納することにより、悪意のあるノードをネットワークに接続するのを防ぐことができる。

【0127】

ユーザ拡張タグ2507には、ユーザが独自に定義する任意の情報が格納される。ユーザが独自にタグのフォーマット及び格納情報を定義し、その処理内容を定義することにより、ユーザ独自の機能拡張を図ることができ、ネットワークの柔軟性を高められる。

【0128】

ブロードキャストフォワーディングタグ2508には送信元ノードの識別子が格納される。ブロードキャストフォワーディングタグ2508が拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム(R)2300、2400に格納される場合には、フォワーディングタグ2500が格納されなくて良い。ブロードキャストフォワーディングタグ2508を用いたブロードキャスト転送方法については後述する。

【0129】

フォワーディングタグ2500以外の拡張タグ2501～2507は、必要に応じて格納される。フォワーディングタグ2500は、拡張タグ格納領域2301の先頭に格納され、その他の拡張タグ2501～2507はその後方に格納される。フォワーディングタグ2500よりも後方であれば、予め決められた固定位置でも、任意の位置でも良い。ブロードキャストフォワーディングタグ2508はフォワーディングタグ2500の位置(拡張タグ格納領域2301の先頭)に格納される。

【0130】

図6は、拡張タグ2500～2508の構成を示している。拡張タグ2500～2508は、拡張タグ識別領域2601と拡張タグ情報領域2602から構成される。拡張タグ識別領域2601には、拡張タグ2500～2508の種別情報等が格納されており(カスタマ分離タグ2502に関しては、スタック時の最終段のカスタマ分離タグを示すための種別情報を別途設定する)、拡張タグ情報領域2602には各拡張タグ2500～2508の種別に応じた情報(フォワーディング情報、カスタマ分離情報、プロテクション情報、OAM&P情報、品質情報、フレーム制御情報、セキュリティ情報、ユーザ拡張情報、領域情報、ブロードキャストフォワーディング情報)が格納されている。

【0131】

図7は、拡張タグ識別領域2601の構成を示している。拡張タグ識別領域2601は、フォワーディングタグ表示ビット2700と、領域終点表示ビット2701と、予約ビット2702と、VLANタグ/拡張タグ識別ビット2703と、タグ種別表示領域2704と、フレーム制御情報格納領域2705から構成される。

【0132】

フォワーディングタグ表示ビット2700は、その拡張タグがフォワーディングタグか否かを示すビットである。このビットでフォワーディングタグであることを認識することにより、ハードウェア処理による高速フォワーディングが可能となる。

【0133】

領域終点表示ビット2701は、その拡張タグが拡張タグ格納領域2301内の最終の拡張タグであることを示すビットである。拡張タグ格納領域2301に任意数の拡張タグがスタックされている場合でも、このビットにより最終の拡張タグを識別可能である。

【0134】

予約ビット2702は将来のための予約ビットである。VLANタグ／拡張タグ識別ビット2703は、この領域に格納されたタグが拡張タグであることを識別するためのビットであり、拡張タグである場合、このビットを1とする。

【0135】

このVLANタグ／拡張タグ識別ビット2703により拡張タグとVLANタグの識別が可能な理由を図8にて説明する。図8は、VLANタグ2203の構成を示しており、VLANタグ2203は、拡張タグ識別領域2601に相当するTPID2800と、拡張タグ情報領域2602に相当するTCI2801とから構成される。

【0136】

TPID2800はIEEE802.1qにおいて0x8100に規定されているため、VLANタグ2203ではTPID2800の先頭から4ビット目は0となる。一方、拡張タグ2500～2508ではVLANタグ／拡張タグ識別ビット2703を1とするので、拡張タグであることを識別できる。図7のタグ種別表示領域2704は、拡張タグの種別を示す領域である。拡張タグの種別を示す識別子は図5で示した拡張タグ2500～2508の各々に対してアサインされる。また、同一の拡張タグが複数連続して格納される場合、その終点を示す識別子を各々に対してアサインしても良い。その場合、同一拡張タグを高速に認

識できるという利点がある。

【0137】

フレーム制御情報格納領域2705は、フレーム制御情報を格納する領域であり、TTLを格納する。フレーム制御情報格納領域にTTLが格納される場合、経由するノード毎にTTL値が減算され、 $TTL = 0$ となったところでこのクレームは廃棄される。これにより、ループ経路になった場合でもフレームが循環し続けるのを防ぐことができる。拡張タグ識別領域2601の各構成要素2700～2705の順序は図5の例だけに限定されるわけではない。各構成要素2700～2705の中でVLANタグ／拡張タグ識別ビット2703は、先頭から2～4ビット目（タグ種別表示領域2704が3ビットの場合は、先頭から2～5ビット目）に格納されなければならないが、その他の構成要素2700、2701、2702、2704、2705については任意の位置でかまわない。

【0138】

図9は、フォワーディングタグ2500、またはブロードキャストフォワーディングタグ2508の拡張タグ情報領域2602の構成を示している。拡張タグ情報領域2602は、アドレスタイプ領域2901とアドレス領域2902から構成される。アドレスタイプ領域2901には、フォワーディングタグ2500の場合は宛先アドレスのタイプが格納され、ブロードキャストフォワーディングタグ2508の場合は送信元アドレスのタイプが格納される。これはネットワークが階層化されたときにアドレスのタイプを識別するために用いられる。アドレス領域2902には、フォワーディングタグ2500の場合は宛先アドレスが格納され、ブロードキャストフォワーディングタグ2508の場合は送信元アドレスが格納される。プロテクションタグ2502が迂回経路の宛先ノード情報を格納する場合には、図9の構成はプロテクションタグ2502の拡張タグ情報領域2602としても適用可能である。

【0139】

（拡張タグフレームの他のフレームフォーマット）

図50において、拡張タグフレーム2500～2508の他のフレームフォーマットについて説明する。なお、以降では図4～9で説明した拡張タグフレーム

2500～2508のフレームフォーマットを拡張タグフレームフォーマット1と記し、以降で図50において説明するフレームフォーマットを拡張タグフレームフォーマット2と記すこととする。

【0140】

図50において(a)で示すのはVLANタグ2203の詳細なフレームフォーマットである。図8において説明したように、TPID2800は「0x8100」に規定されている。なお、標準規格外ではあるが「0x9100」やその他手動で設定される任意の値が使用される場合もある。

【0141】

また、TCI2801はPriorityフィールド2802とCFI2803とVLAN-IDフィールド2804から構成される。Priorityフィールド2802にはフレームのPriority値（優先度）が格納され、そのPriority値はIEEE802.1pにおいて規定されている。また、CFIには特殊ルーティング情報の有無またはMACアドレスのフォーマットの種別を示す値が格納され、VLAN-IDフィールド2804にはVLAN-IDが格納される。

【0142】

これに対して、図50において(b)で示す拡張タグフレームフォーマット2では、TPID2800及びTCI2801の中のCFI2803はVLANタグ2203と同様であり、Priorityフィールド2802がPriority／タグTypeフィールド5003に、VLAN-IDフィールド2804が拡張タグ情報フィールド5004に変更されている。なお、対応するフィールドのサイズは拡張タグフレームフォーマット1と同様である。

【0143】

本拡張タグフレームフォーマット2では、Priority／タグTypeフィールド5003において、拡張タグ2500～2508の種別情報を格納する。また、拡張タグ2500～2508使用時にもIEEE802.1pをサポートできるように、既存のVLANタグ2203のPriorityフィールド2802(IEEE802.1p)におけるPriority値の一部を拡張タグ

2500～2508の種別情報として用いる。

【0144】

具体的には、例えばPriority値「110」、「100」、「001」、「000」を拡張タグ2500～2508用として用いることとし、「111」（予約用）、「101」（会話型マルチメディア用）、「011」（クリティカルアプリケーション用）、「010」（標準的ストリーム用）についてはIEEE802.1p互換とする。

【0145】

上記の場合、使用できる拡張タグ2500～2508は4つに制限されるので、例えばフォワーディングタグ2500、ブロードキャストフォワーディング2508、カスタマ分離タグ2501、OAM&Pタグ2503を選択して使用することとし、Priority値との対応を001=フォワーディングタグ2500、000=ブロードキャストフォワーディング2508、110=カスタマ分離タグ2501、100=OAM&Pタグ2503とする。これにより、上記4種類の拡張タグを識別できると共に、IEEE802.1pで規定される4つのPriority値をサポートできる。なお、使用する拡張タグの選択とそれに対応するPriority値の設定についてはこの例に限定されるわけではない。

【0146】

また拡張タグフレームフォーマット2では、拡張タグ情報フィールド5004において、拡張タグ2500～2508のタグ種別に応じたアドレス情報などの情報が格納される。例えば、フォワーディングタグ2500の場合、宛先ノードのアドレス情報が格納され、ブロードキャストフォワーディングタグ2508の場合、送信元ノードのアドレス情報が格納され、カスタマ分離タグ2501の場合、カスタマの識別情報が格納される。

【0147】

（第1の実施の形態によるノード構成）

次に、上記の拡張タグ付きイーサネット（R）フレームを生成あるいは転送するノードについて説明する。

【0148】

図10は、本発明の第1の実施の形態による拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300を生成あるいは転送するノード900の構成図である。

【0149】

図10のノード900は、拡張タグ生成回路910と、拡張タグ処理回路920、921、922と、拡張タグスイッチ930と、拡張タグ削除回路940から構成される。ノード900への入力ポートは拡張タグ処理回路920、921への入力が入力ポート901-in、902-inであり、拡張タグ生成回路910への入力が入力ポート903-inである。

【0150】

入力ポート901-in、902-inには他のノード900から転送される拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300が入力され、入力ポート903-inからは既存のイーサスイッチまたはホストから転送されるイーサネット（R）フレーム2200が入力される場合を示している。

【0151】

入力ポート903-inからのイーサネット（R）フレーム2200は、拡張タグ生成回路910に入力される。

【0152】

拡張タグ生成回路910は、イーサネット（R）フレーム2200の送信先MACアドレス2201、送信元MACアドレス2202、VLANタグ2203、イーサネット（R）属性情報2204、ペイロード2205に含まれるデータ情報、入力ポート情報の全てあるいは任意の組み合わせの情報からイーサネット（R）フレーム2200の転送先ノード情報を検索する。

【0153】

検索の結果得られた転送先ノード識別子あるいは転送先ノードに到達するためのラベルなどのフォワーディング情報を生成し、生成したフォワーディング情報を格納した拡張タグ格納領域2301をVLANタグ2203の格納領域に書き込むことで、拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300を生成する。その後、拡張タグ格納領域2301が書き込まれた拡張タグ付きイーサネット（R）

) フレーム2300を拡張タグ処理回路922へと転送する。

【0154】

また、入力ポート901-in、902-inから入力される拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2300は、それぞれ拡張タグ処理回路920、921に入力される。

【0155】

拡張タグ処理回路920～922は、入力された拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2300の拡張タグ格納領域2301に格納されたフォワーディング情報を抽出する。拡張タグ処理回路920～922は、抽出したフォワーディング情報から出力ポートを決定し、決定した出力ポート情報と拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2300を拡張タグスイッチ930へ通知する。

【0156】

拡張タグスイッチ930は、受信した出力ポート情報に基づいて拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2300を出力ポート901-out、902-outあるいは拡張タグ削除回路940へ転送する。ここで、出力ポート901-out、902-outは、他のノード900と接続されており、出力ポート903-outは既存のイーサネット(R)スイッチまたはホストと接続されている。

【0157】

拡張タグ削除回路940は、拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2300の送信先MACアドレス2201、送信元MACアドレス2202、拡張タグ格納領域2301、イーサネット(R)属性情報2204の全てあるいはいくつかの情報を基にネットワーク分離識別を行うVLAN-tag値を決定する。VLAN-tag値の決定方法としては、例えば、ノード900は入力ポート903-inからのイーサネット(R)フレーム2200を受信する際に、フレームの送信先MACアドレス2201と送信元MACアドレス2202の組み合わせとVLAN-tag値の対応情報を学習する。拡張タグ削除回路940では、拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2300を受信すると学習情報を参照して、拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2300の送信先MACアドレス

2201／送信元MACアドレス2202が学習情報の送信元MACアドレス／送信先MACアドレスと一致するVLAN-tag値を取得し、そのフレームのVLAN-tag値として決定する。

【0158】

その後、決定したVLAN-tag値を含むVLANタグ2203を拡張タグ格納領域2301（通常のイーサネット（R）フレーム2200のVLANタグ2203格納領域）に書き込み、VLANタグ2203が記述されたイーサネット（R）フレーム2200を出力ポート903-outに出力する。

【0159】

拡張タグ格納領域2301にフォワーディング情報以外のネットワーク情報を格納する場合、拡張タグ生成回路910はイーサネット（R）2200の送信先MACアドレス2201、送信元MACアドレス2202、VLANタグ2203、イーサネット（R）属性情報2204、ペイロード2205に含まれるデータ情報、入力ポート情報の全てあるいは任意の組み合わせの情報から、第1の実施の形態で記載したカスタマ分離情報や、プロテクション情報や、OAM&P情報や、拡張情報などの中から必要なネットワーク情報を生成し、拡張タグ格納領域2301に格納する。

【0160】

カスタマ分離に関しては前記の通り、カスタマはVLAN毎に分離されたり、複数のポート間で分離されたり、複数のホスト間で分離され、同一カスタマの管理はサーバによって行なわれる。イーサネット（R）フレーム2200が到着すると、VLAN毎にカスタマ分離される場合はVLANタグ2203によってカスタマ分離情報が決定され、ポート間でカスタマ分離される場合は入力ポート情報によってカスタマ分離情報が決定され、ホスト間でカスタマ分離される場合は送信先MACアドレス2201、送信元MACアドレス2202の両方またはいずれか一方からカスタマ分離情報が決定される。

【0161】

拡張タグ格納領域2301にフォワーディング情報以外のネットワーク情報を含む場合、拡張タグ処理回路920～922は、拡張タグ格納領域2301のネ

ットワーク情報から全てあるいはいくつかを抽出し、抽出したネットワーク情報の収集処理や情報書換／更新処理や削減処理や新たなネットワーク情報の付加処理を行ってもよい。例えば、MPLS (Multi-Protocol Label Switching) のようにフォワーディング情報がホップバイホップで決定されるラベル情報である場合には、そのフォワーディング情報を中継ノードで書き換える。また、複数のノード900を接続して構築されるネットワークにおいて特定のノード900間でOAM&P情報を転送する際には、その特定のノード900間でOAM&P情報の付加と削減を行う。

【0162】

このような図10のノード構成によってイーサネット（R）フレームを本発明の拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300に変換できる。また、本発明のフォワーディング情報を含む本発明の拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300を参照することによってフォワーディングが可能となる。また、拡張タグ付きイーサネット（R）フレームの拡張タグにさまざまなネットワーク情報やフレーム属性情報を含むこともでき、その拡張タグ付きイーサネット（R）フレームの各種制御管理が可能となる。

【0163】

（第2の実施の形態によるノード構成）

図11は、本発明の第2の実施の形態による拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2400を生成及び転送するノード1000の構成図である。

【0164】

図11のノード1000は、拡張タグ生成回路1010と、拡張タグ処理回路1020～1022と、拡張タグスイッチ930と、拡張タグ削除回路1040から構成される。ノード1000の入力ポートは901-in～903-in、出力ポートは901-out～903-outであり、各入力ポートへのフレームの入力条件は図10と同様として説明する。

【0165】

入力ポート903-inからのイーサネット（R）フレーム2200は拡張タグ生成回路1010に入力される。

【0166】

拡張タグ生成回路1010は、イーサネット（R）フレーム2200の送信先MACアドレス2201と送信元MACアドレス2202とVLANタグ2203とイーサネット（R）属性情報2204とペイロード2205に格納されたデータ情報と入力ポート情報との全てあるいは組み合わせの情報から、イーサネット（R）フレーム2200の転送先ノード情報を検索する。検索の結果得られた転送先ノード識別子あるいは転送先ノードに到達するためのラベルなどのフォワーディング情報を含む拡張タグ格納領域2301をイーサネット（R）フレーム2200の中のペイロード2205より前の任意の位置に付加した拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2400を生成する。その後、拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2400を拡張タグ処理回路1022へと転送する。

【0167】

拡張タグ生成回路1010は、ペイロード2205に格納したデータ情報がMPLSやFRR(Frame Relay)などのラベル情報を有していれば、そのラベル情報をフォワーディング情報として使用することもでき、ペイロード2205格納データがIPパケットであれば、IPアドレスをベースにフォワーディング情報を形成することもできる。

【0168】

入力ポート901-in、902-inから入力される拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2400は、拡張タグ処理回路1020、1021にそれぞれ入力される。

【0169】

拡張タグ処理回路1020～1022は、入力された拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2400の拡張タグ格納領域2301に含まれるフォワーディング情報を抽出し、そのフォワーディング情報から所望の出力ポートを決定し、その結果と拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2400を拡張タグスイッチ930へ通知する。

【0170】

拡張タグスイッチ930は、出力ポート情報に基づいて拡張タグ付きイーサネット

ット（R）フレーム2400を出力ポート901-outか902-outあるいは拡張タグ削除回路1040へ転送する。

【0171】

拡張タグ削除回路1040は、拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2400から拡張タグ格納領域2301を取り除き、通常のイーサネット（R）フレーム2200に変換し、出力ポート903-outから転送する。

【0172】

拡張タグ格納領域2301がフォワーディング情報以外のさまざまなネットワーク情報を含む場合、拡張タグ処理回路1020～1022は、拡張タグ格納領域2301のネットワーク情報から全てあるいはいくつかを抽出し、抽出したネットワーク情報の収集処理や情報書換／更新処理や削減処理や新たなネットワーク情報の付加処理を行ってもよい。

【0173】

例えば、フォワーディング情報がホップバイホップで決定されるラベル情報である場合には、その情報を書き換える。また、複数のノード1000を接続した構築されるネットワークにおいて特定のノード1000間でOAM&P情報を転送する際には、その特定のノード1000間でOAM&P情報の付加と削減を行う。

【0174】

以上の例では、入力ポート903-inから入力されるイーサネット（R）フレーム2200がVLANタグ2203を含む場合について説明したが、入力されるイーサネット（R）フレーム2200がVLANタグ2203を含まない場合においても、拡張タグ生成回路1010は、上記の説明どおりに拡張タグ格納領域2301を構成して拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300を構成することができる。

【0175】

入力ポート903-inからの入力データがMPLS、FRなどのフレームやIPなどのパケットである場合にも、拡張タグ生成回路1010はこれらのフレーム／パケット情報から拡張タグ格納領域2301を構成することができる。

【0176】

拡張タグ生成回路1010は、ペイロード2205にそれらのフレームあるいはパケットを収容した拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2400を生成して拡張タグ処理回路1022に転送する。このとき、送信先MACアドレス2201、送信元MACアドレス2202、VLANタグ2203、イーサ属性情報104は任意に設定してもよいし、予め決められた値としてもよい。MPLSなどのフレームやIPなどのパケットでは、元々転送にMACアドレスを用いないからである。

【0177】

また、入力ポート903-inからの入力データが図27に示すようなMPLS、FR、IPなどのフレーム／パケット501である場合には、ノード1000は図27に示す拡張タグ付きフレーム500を生成し、転送することが可能である。入力ポート903-inからフレーム／パケット501を受信すると、拡張タグ生成回路1010は、フレーム／パケット501のラベルやIPアドレスが格納されているヘッダ情報またはペイロードデータからフォワーディング情報を生成し、フォワーディング情報を含む拡張タグ格納領域310を生成する。拡張タグ生成回路1010は、生成した拡張タグ格納領域310をフレーム／パケット501中の予め決められた位置に挿入する。このようにして生成された拡張タグ付きフレーム500は上述の拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2400と同様に処理される。

【0178】

このような図11のノード構成によってイーサネット（R）フレームあるいはMPLS、FRなどのフレームやIPパケットなどを拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2400、拡張タグ付きフレーム500に変換できる。また、拡張タグ付きイーサネット（R）フレームのフォワーディング情報を含んだ拡張タグを参照することによってフォワーディングが可能となる。また、拡張タグ付きイーサネット（R）フレームの拡張タグ部にさまざまなネットワーク情報やフレーム属性情報を含むこともでき、その拡張タグ付きイーサネット（R）フレームの制御管理が容易となる。

【0179】

(拡張タグ生成回路)

図12、図13を用いて入力したイーサネット（R）フレーム2200から拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300、2400に生成する第1及び第2の実施の形態によるノード900、1000の拡張タグ生成回路910、1010について説明する。

【0180】

拡張タグ生成回路910、1010は、フレーム属性抽出器1110と、拡張タグ生成器1120と、フレーム変換器1130と、FCS計算器1140とから構成される。

【0181】

ここでは、入力ポート903-inからイーサネット（R）フレーム2200が入力され、拡張タグ生成回路1010により拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2400が生成される場合について説明する。

【0182】

入力ポート903-inから入力されるイーサネット（R）フレーム2200は、フレーム属性抽出器1110に転送される。

【0183】

フレーム属性抽出器1110はイーサネット（R）フレーム2200の入力ポート情報（入力ポート903-in）と送信先MACアドレス2201と、送信元MACアドレス2202と、VLANタグ2203と、イーサネット（R）属性情報2204の全てあるいはいくつかの組み合わせから得られるフレーム属性情報を拡張タグ生成器1120に転送し、イーサネット（R）フレーム2200をフレーム変換器1130へ転送する。フレーム属性情報の一例としては、送信先MACアドレス2201そのものを使うことが考えられる。また、カスタマ分離をVLANで行なう場合には、フレーム属性情報として送信先MACアドレス2201とVLANタグ2203を使い、入力ポートで行なう場合には、フレーム属性情報として送信先MACアドレス2201と入力ポートを使うことが考えられる。

【0184】

フレーム属性情報を受信した拡張タグ生成器1120は、転送されたフレーム属性情報からネットワーク情報を検索する。検索によりネットワーク情報を得ると、そのネットワーク情報を格納した拡張タグ格納領域2301を生成する。拡張タグ生成器1120は、生成した拡張タグ格納領域2301をフレーム変換器1130へ転送する。

【0185】

フレーム変換器1130は、受信したイーサネット(R)フレーム2200と拡張タグ格納領域2301とから拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2400を生成し、FCS計算器1140へ転送する。

【0186】

FCS計算器1140は、フレーム変換器1130から受信した拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2400のFCS2206を計算して付加し、出力ポート1101に出力する。

【0187】

図13は、拡張タグ生成器1120の構成例を示している。

【0188】

拡張タグ生成器1120は、フレーム属性／ネットワーク情報対応テーブル(アドレス解決テーブル)1210と、拡張タグ生成部1220とから構成される。また、フレーム属性／ネットワーク情報対応テーブル1210は、フレーム属性情報1211とネットワーク情報部1212とから構成される。

【0189】

拡張タグ生成部1220は、フレーム属性抽出器1110から転送されるフレーム属性情報を基に、フレーム属性／ネットワーク情報対応テーブル1210から受信したフレーム属性情報1211を検索し、そのフレーム属性情報1211に対応するネットワーク情報部1212からネットワーク情報を読み出す。その後、拡張タグ生成部1220は、読み出したネットワーク情報を格納する拡張タグ2500～2507を生成する。生成する拡張タグ2500～2507の種別を拡張タグ識別領域2601のタグ種別表示領域2704に格納し、予め決めら

れたTTLの初期値をフレーム制御情報格納領域2705に格納する。また、読み出したネットワーク情報またはそれから得られる情報を拡張タグ情報領域2602に格納する。生成した拡張タグ2500～2507を格納する拡張タグ格納領域2301を生成し、フレーム変換機1130に転送する。

【0190】

図13のフレーム属性情報／ネットワーク情報対応テーブル1210ではフレーム属性情報1211である送信先MACアドレス#A、#B、#C、#Dに対して、ネットワーク情報1212-1（フォワーディング情報である）はノード900-4と得られる。図中に明記していないが、これらのフレーム属性情報1211に対して、ネットワーク情報としてカスタマ分離情報も得られる。カスタマ分離情報に関しては、フレーム属性情報が送信先MACアドレスだけでなく、送信先MACアドレスとVLAN値の組み合わせの場合や送信先MACアドレスと入力ポートの組み合わせの場合がある。また他のネットワーク属性情報としては、品質情報やフレーム制御情報、セキュリティ情報などがある。品質情報としてはタイムスタンプ値があり、これについてはテーブル中にその値が記されているわけではなく、タイマ（図示していない）を参照して現在の時刻を取得する。また、フレーム制御情報としてはTTLやCRCがある。TTLについてはテーブルにはその初期値が記されている。またCRCについてはその値が記されているわけではなく、演算部（図示していない）によって拡張タグ格納領域2301のCRC演算を行ない、結果を得る。また、セキュリティ情報についてはフレーム属性情報に対するセキュリティ識別子がテーブルに記されている。

【0191】

図13では、ネットワーク情報部1212は、ネットワーク情報部1212-1～1212-Nまで最大N個の情報格納領域が用意されているが、必ずしもN個エントリする必要性はない。また、フレーム属性情報ごとに付加されるネットワーク情報数が異なっていてもよい。また、ネットワーク情報部1212には、同一種のネットワーク情報が複数格納されてもよい。

【0192】

フレーム属性情報からネットワーク情報を高速に得るために、拡張タグ生成部

1220は受信したフレーム属性情報から情報圧縮した検索コードを生成し、受信した生のフレーム属性情報の代わりに検索コードマッチングによって情報アクセスを行ってもよい。検索コードによるネットワーク情報アクセスを行う場合には、フレーム属性情報1211を検索コード領域としていいし、検索コード領域を別途にフレーム属性／ネットワーク情報対応テーブル1210に追加してもよい。

【0193】

予め定められた入力ポートから入力されるイーサネット（R）フレーム2200に対して固定的なネットワーク情報を付与する場合には、フレーム属性抽出器1110は不要である。例えば、ポートとVLANが1対1に固定的に対応するネットワークであれば、ポート番号のみからネットワーク情報を獲得することができるので、フレーム属性抽出器1110は不要となる。

【0194】

また、フレーム属性抽出器1110は、イーサネット（R）フレーム2200のペイロード2205のデータ情報を解釈し、その情報からフレーム属性情報を構成してもよい。例えば、Multi-protocol Label Switch（MPLS）やFrame Relay（FR）がペイロード2205に収容されているときには、それぞれのラベル情報をフレーム属性情報に含めることもできる。また、IPパケットであれば、IPアドレス情報をフレーム属性情報として用いることもできる。

【0195】

フレーム属性抽出器1110は、入力されたデータ列がイーサネット（R）フレーム2200以外のMPLSフレームあるいはFRフレームあるいはIPパケットあってもそのデータ列を解釈できれば、それらのフレーム属性情報を構成し拡張タグ生成器1120に通知することができる。例えば、MPLS、FRであれば、それらのラベル情報を基にフレーム属性情報を構成し、IPパケットであればIPアドレス情報を基にフレーム属性情報を構成する。この場合、フレーム属性抽出器1110は、イーサネット（R）フレーム2200を生成してペイロード2205にこれらのデータ列を挿入して、拡張タグ処理回路1122に転送

する。送信先MACアドレス2201、送信元MACアドレス2202、VLA
Nタグ2203、イーサネット(R)属性情報2204、FCS2206は、予
め決められた値あるいは適当な数値を格納してもよい。

【0196】

以上の説明では、イーサネット(R)フレーム2200が入力され、拡張タグ
生成回路1010により拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2400が生
成される場合について述べたが、入力データがイーサネット(R)フレーム22
00で拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2300を生成する例、入力デ
ータがフレーム／パケット501で拡張タグ付きフレーム500を生成する例に
おいても同様に実現可能である。

【0197】

拡張タグ生成回路がこのように構成されることによって入力イーサネット(R)
フレーム2200あるいはMPLSフレーム、FRフレームやIPパケットなど
のフレーム／パケット501を拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム23
00、2400、拡張タグ付きフレーム500に変換することができる。

【0198】

(拡張タグ削除回路)

図14を用いて拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2300、2400
から拡張タグ格納領域2301を削除する第1及び第2の実施の形態によるノ
ード900、1000の拡張タグ削除回路940、1040について説明する。

【0199】

拡張タグ削除回路940、1040は、拡張タグ分離器1310と、フレーム
変換器1320と、FCS計算器1330とから構成される。

【0200】

始めに、図14において拡張タグスイッチ930から拡張タグ付きイーサネット
(R)フレーム2400が入力された場合について説明する。

【0201】

拡張タグスイッチ930からの拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム24
00は、拡張タグ分離器1310に入力される。

【0202】

拡張タグ分離器1310は、入力された拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2400から拡張タグ格納領域2301を削除し、拡張タグ格納領域2301を含まない残りの拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2400をフレーム変換器1320に転送する。

【0203】

フレーム変換器1320は、拡張タグ格納領域2301を含まない入力拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2400を再構築して、送信先MACアドレス2201と送信元MACアドレス2202とVLANタグ2203があればVLANタグ2203とイーサネット（R）属性情報2204とペイロード2205とFCS2206とから構成されるイーサネット（R）フレーム2200に変換し、FCS計算機1330に転送する。

【0204】

フレーム変換器1320からのイーサネット（R）フレーム2200を受信したFCS計算器1330は、イーサネット（R）フレーム2200のFCSを再計算し、その結果をFCS2206領域に書き込む。

【0205】

続いて、拡張タグスイッチ930からの拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300が入力された場合について説明する。この場合には、フレーム変換器1320は不要である。

【0206】

拡張タグスイッチ930からの拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300は、拡張タグ分離器1310に入力される。

【0207】

拡張タグ分離器1310は入力された拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300から拡張タグ格納領域2301を読み込み、拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300に対応するVLAN-tagを検索し、検索の結果得られたVLAN-tag値を含むVLANタグ2203を拡張タグ格納領域2301に格納する。これにより拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300

はイーサネット（R）フレーム2200に変換される。拡張タグ分離器1310は変換したイーサネット（R）フレーム2200をFCS計算器1330に転送する。

【0208】

FCS計算器1330は、拡張タグ分離器1310からのイーサネット（R）フレーム2200のFCSを再計算し、その結果をFCS2206領域に書き込む。

【0209】

このような拡張タグ削除回路の構成により、拡張タグ付きイーサネット（R）フレームからイーサネット（R）フレーム2200へのフレーム変換が可能となる。

【0210】

（拡張タグ処理回路）

図15を用いて第1及び第2の実施の形態によるノード900、1000の拡張タグ処理回路の構成を説明する。

【0211】

拡張タグ処理回路920～922は、拡張タグ分離器1410と、拡張タグ処理器1420と、拡張タグフレーム構成器1430と、FCS計算器1440と、拡張タグ制御器1450とから構成される。

【0212】

拡張タグ分離器1410は、入力ポート901-in、902-inまたは拡張タグ生成回路910から入力された拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300、2400の拡張タグ格納領域2301を分離し、分離した拡張タグ格納領域2301を拡張タグ処理器1420へ転送すると共に、拡張タグ格納領域2301を除く拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300、2400を拡張タグフレーム構成器1430に転送する。

【0213】

拡張タグ処理器1420は、受信した拡張タグ格納領域2301からネットワーク情報を抽出し、そのネットワーク情報に対応する処理情報（例えば、ネット

ワーク情報の削除、付加、書き換え、不処理）を得て、その処理情報に従った処理を行ない、ネットワーク情報を更新する。ネットワーク情報の抽出は拡張タグ格納領域2301に格納されている各々の拡張タグ2500～2508に関して、そのタグ種別を識別し、ネットワーク情報を抽出する。具体的には、拡張タグ2500～2508が拡張タグフレームフォーマット1である場合は、拡張タグ識別領域2601のタグ種別表示領域2704に格納される値によりタグ種別（ネットワーク情報種別）を識別し、拡張タグ情報領域2602に格納されるネットワーク情報を抽出する。また、拡張タグ2500～2508が拡張タグフレームフォーマット2である場合は、拡張タグ情報領域5002内のPriority／タグTypeフィールド5003に格納される値によりタグ種別（ネットワーク情報種別）を識別し、拡張タグ情報フィールド5004に格納されるネットワーク情報を抽出する。例えばネットワーク情報がセキュリティ情報であり、ノード間のセキュリティを確保する場合、その情報は次ホップのノードに対応したセキュリティ識別子に書き換える。また、ネットワーク情報がフレーム制御情報であり、それがTTLの場合、格納されるTTL値を減算して書き換える。その結果TTL=0となる場合にはそのフレームを廃棄する。その後、更新されたネットワーク情報を用いて、拡張タグ格納領域2301を再構築し、拡張タグフレーム構成器1430へと転送する。

【0214】

また、受信したネットワーク情報に基づき、各種制御を行なう場合がある。この制御は拡張タグ制御器1450で行なわれる。例えば、受信したネットワーク情報がカスタマ分離情報である場合、そのカスタマが予め決められた高優先クラスのカスタマならば、そのフレームを優先的に制御することもできる。また、受信したネットワーク情報が品質情報であり、タイムスタンプ値が格納されている場合、現在の時刻とタイムスタンプ値よりそのフレームの網内遅延を算出し、保証値を満たすための優先処理を行なうこともできる。また、受信したネットワーク情報がフレーム制御情報であり、CRCが格納されている場合、拡張タグ格納領域2301のCRC演算を行ない、格納されたCRC値との比較により誤り検出が可能である。

【0215】

拡張タグフレーム構成器1430は、拡張タグ処理器1420からの再構築された拡張タグ格納領域2301と、拡張タグ分離器1410からの拡張タグ格納領域2301を除く拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300、2400とから、拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300、2400を再構築する。その後、FCS計算器1440へ転送する。

【0216】

FCS計算器1440は、再構築された拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300、2400のFCSを計算し、計算結果をそれぞれのFCS2206領域に格納し、拡張タグフレームスイッチ930に転送する。

【0217】

図16は、拡張タグ処理器1420の構成例である。

【0218】

拡張タグ処理器1420は、拡張タグ情報テーブル1510と拡張タグ再構成器1520とから構成される。

【0219】

拡張タグ情報テーブル1510には、入力ネットワーク情報1511に対する収集情報1512とネットワーク処理情報1513が格納されている。ネットワーク処理情報1513には、削除すべきネットワーク情報1513-1、書き換えるべきネットワーク情報1513-2、付加すべきネットワーク情報1513-3が記述されている。

【0220】

拡張タグ再構成器1520は、拡張タグ分離器1410から拡張タグ格納領域2301を受信すると、その先頭に位置するフォワーディングタグ2500の拡張タグ識別領域2601内のフレーム制御情報格納領域2705に格納されるTTL値を減算する。その結果、TTL=0となった場合には、そのフレームを廃棄する。また、拡張タグ格納領域2301の中からネットワーク情報を取り出し、その情報を基に拡張タグ情報テーブル1510から各々のネットワーク処理情報1513を得る。拡張タグ再構成器1520は、テーブルから取得した処理を

行って、その結果として得られるネットワーク情報を生成した拡張タグ格納領域2301に格納し、拡張タグフレーム構成器1430に転送する。

【0221】

拡張タグ再構成器1520が拡張タグ情報テーブル1510にアクセスするための入力ネットワーク情報は、フォワーディング情報から構築されることが望ましい。

【0222】

このような拡張タグ処理回路の構成により、入力拡張タグ付きイーサネット(R)フレームの拡張タグを変更することができる。

【0223】

(拡張タグフレームスイッチ)

図17を用いて第1及び第2の実施の形態によるノード900、1000の拡張タグフレームスイッチの構成を説明する。

【0224】

拡張タグフレームスイッチ930は、拡張タグフォワーディング器1610、1611、1612と、パケットスイッチ1620とから構成される。

【0225】

拡張タグフォワーディング器1610～1612は、拡張タグ処理回路920～922からの拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2300、2400の拡張タグ格納領域2301に含まれるフォワーディング情報からパケットスイッチ1620の出力ポート情報を検索し、受信した拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2300、2400及び出力ポート情報をパケットスイッチ1620に転送する。

【0226】

パケットスイッチ1620は、拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2300、2400を出力ポート情報に応じて出力ポート901-out、902-outまたは拡張タグ削除回路940に転送する。

【0227】

図18は、拡張タグフォワーディング器1610～1612の構成例を示して

いる。

【0228】

拡張タグフォワーディング器1610～1612は、拡張タグ抽出器1710と、拡張タグ経路探索器1720とから構成される。

【0229】

拡張タグ抽出器1710は、拡張タグ処理回路920～922、1020～1022からの拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300、2400の拡張タグ格納領域2301を抽出して、拡張タグ経路探索器1720へ転送する。拡張タグ経路探索器1720は、拡張タグ格納領域2301からフォワーディング情報を取り出し、そのフォワーディング情報に対する出力ポートを決定し、出力ポート情報を拡張タグ抽出器1710に通知する。フォワーディング情報の取り出しの具体的方法は以下の通りである。拡張タグ格納領域2301を受信した拡張タグ経路探索器1720は拡張タグ格納領域2301の中からフォワーディングタグ2500、またはブロードキャストフォワーディングタグ2508を識別する。拡張タグ2500～2508が拡張タグフレームフォーマット1である場合は、拡張タグ識別領域2601のタグ種別表示領域2704に格納される値により識別し、拡張タグフレームフォーマット2である場合は、拡張タグ情報領域5002内のPriority／タグTypeフィールド5003に格納される値により識別する。いずれかの拡張タグであることを識別すると、拡張タグフレームフォーマット1である場合は拡張タグ情報領域2602内のアドレス領域2902に、拡張タグフレームフォーマット2である場合は拡張タグ情報領域5002内の拡張タグ情報フィールド5004に格納されるアドレス情報、すなわちフォワーディング情報（宛先ノードアドレス情報、または送信元ノードアドレス情報）を取得する。拡張タグ経路探索器1720から出力ポート情報を受信した拡張タグ抽出器1710は、出力ポート情報と共に拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300、2400をパケットスイッチ1620に転送する。

【0230】

図19は、拡張タグ経路探索器1720の構成例を示している。

【0231】

拡張タグ経路探索器1720は、フォワーディングテーブル（拡張タグ対応FDB）1810とフォワーディング経路探索部1820とから構成される。

【0232】

フォワーディングテーブル1810は、入力フォワーディング情報1811に対する出力ポート情報を格納している。

【0233】

フォワーディング経路探索部1820は、拡張タグ抽出器1710から入力される拡張タグ格納領域2301に含まれるフォワーディング情報に対する出力ポート情報をフォワーディングテーブル1810から入手して、出力ポート情報を拡張タグ抽出器1710に通知する。

【0234】

なお、ここではフォワーディング情報を用いて経路検索を行う場合のみを説明したが、特にこれに限る必要はなく、拡張タグ格納領域2301に格納されたネットワーク情報をいかれかを用いて経路検索をしてもかまわない。

【0235】

このようにして、本発明による拡張タグフレームスイッチは、入力された拡張タグ付きイーサネット（R）フレームを所望の出力ポートに転送することができる。

【0236】

図20は、拡張タグフォワーディング器1610～1612の他の構成例を示している。

【0237】

拡張タグフォワーディング器1610～1612は、拡張タグ抽出器2010と、拡張タグフォワーディング処理器2020と、拡張タグフレーム構成器2030と、FCS計算器2040とから構成される。

【0238】

拡張タグフォワーディング処理器2020は、受信した拡張タグ格納領域2301からフォワーディング情報を含むネットワーク情報を抽出し、出力ポート情報及び個々のネットワーク情報に応じた処理情報（例えばネットワーク情報の削

除、付加、書き換え、不処理)を得て、その処理情報に従ってネットワーク情報を更新する。その後、更新されたネットワーク情報を用いて、拡張タグ格納領域2301を再構築し、拡張タグフレーム構成器2030へと転送する。

【0239】

拡張タグフレーム構成器2030は、拡張タグフォワーディング処理器2020からの拡張タグ格納領域2301と、拡張タグ抽出器2010からの拡張タグ格納領域2301を除く拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2300、2400とから、拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2300、2400を再構築し、再構築後の拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2300、2400をFCS計算器2040へ転送する。

【0240】

FCS計算器2040は、再構築された拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2300、2400のFCSを計算し、各々のFCS2206領域にその計算結果を格納する。

【0241】

図21は、拡張タグフォワーディング処理器2020の構成である。

【0242】

拡張タグフォワーディング処理器2020は、フォワード/ネットワーク情報テーブル2110と、フォワーディング処理部2120とから構成される。

【0243】

フォワード/ネットワーク情報テーブル2110は、入力フォワーディング情報2111に対する出力ポート情報2112と収集情報2113とネットワーク処理情報2114を格納している。ネットワーク処理情報2114には、削除すべきネットワーク情報2114-1、書き換えるべきネットワーク情報2114-2、付加すべきネットワーク情報2114-3が格納されている。

【0244】

フォワーディング処理部2120は、拡張タグ抽出器2010から拡張タグ格納領域2301を受信すると、フォワード/ネットワーク情報テーブル2110を参照して、拡張タグ格納領域2301に含まれるフォワーディング情報に対する

る出力ポート情報及び処理すべきネットワーク情報とその処理内容を入手する。フォワーディング処理部2120は、個々のネットワーク情報を処理した後、拡張タグ格納領域2301を再構築し、出力ポート情報と共に、拡張タグフレーム構成器2030に転送する。

【0245】

なお、ここではフォワーディング情報を用いて出力ポート情報あるいはネットワーク処理情報を得る場合についてのみ説明したが、他のネットワーク情報の一部あるいは全部を用いてそれらの情報を得てもよい。

【0246】

このようにして、本発明による第8の拡張タグフレームスイッチは、入力された拡張タグ付きイーサネット（R）フレームを所望の出力ポートに転送することができる。

【0247】

（フォワーディング方法）

以下、本発明における拡張タグ付きイーサネット（R）フレームを用いたフォワーディング方法について説明する。従来の技術で説明したように、イーサネット（R）に基づくネットワークでは各ノードは図32に示すようにMACアドレス学習を行なってFDBを作成し、作成したFDBを基にフォワーディング処理を行なう。このFDBは48ビットのMACアドレス（ハードウェアインターフェイス固有のアドレス）に対する出力ポートが記録されている。

【0248】

図22は、従来のネットワーク3000におけるフォワーディング方法を示している。従来のネットワーク3000はノード200-1～200-9で構成されており、ノード200-1にはホストXが接続され、ノード200-3にはホストA、B、C、Dが接続されている。また、各ノードからのリンク上に書かれている数字はそのノードのポート番号を示している。

【0249】

ここでは、ホストXからホストA～Dに対してフレームが転送されており、その経路はホストX→ノード200-1→ノード200-2→ノード200-3→

ノード200-4→ホストA、B、C、Dとなっているとする。図22ではこの転送経路上の情報のみを記載している。この転送経路は例えば図示せぬサーバにより設定されているものとする。

【0250】

各ノード200-1～200-4はその経路上でフレームを転送するためのテーブルとしてそれぞれFDB3001、3002、3003、3004を有している。このFDB3001～FDB3004は、それぞれ図32で示すFDB220に相当する。

【0251】

FDB3001～FDB3004にはエッジノード200-1、200-4に接続するホストA、B、C、D、Xに対する出力ポート番号が記録されている。入口側のエッジノードであるノード200-1、中継ノードであるノード200-2、200-3、出口側のエッジノードであるノード200-4はフレームを受信すると、FDBを参照し受信したフレームの宛先MACアドレスに対する出力ポート番号を取得し、そのポートにフレームを出力する。

【0252】

従来方式では、エッジノードに接続される各ホスト間でフレーム転送するためには、エッジノード、中継ノードに関わらず、網内の全ノード200-1～200-9は網内のエッジノードに接続する全ホストのMACアドレスエントリを持つ。網内のエッジノード数をNe、エッジノードに接続するホスト数をhとする（簡単のため全エッジノードには同数のホストが接続するものと仮定する）、各ノード200-1～200-9のFDBのエントリ数Eは、

$$E = Ne \times h$$

となる。この値はエッジノード、中継ノードに関わらず同数である。FDBの各エントリはMACアドレスであり、そのサイズは48ビットとなるため、FDBのメモリ量Mは、

$$M = 48 \times Ne \times h \text{ (bit)}$$

となり、網規模（エッジノード数及び接続ホスト数）に応じて格段に増加する。このように従来方式では各ノードが保持するFDBのエントリ数、すなわちメモ

リ量に関して、網規模に対するスケーラビリティを持たないという課題がある。

【0253】

これに対して本発明のフォワーディング方法を図23に示している。図23の本発明のネットワーク3100では、従来ネットワーク3000におけるノード200-1～200-9が本発明のノード900-1～900-9に置き換わっている。本発明のノード900-1～900-9は、宛先ホストのMACアドレスに基づいてフレーム転送するのではなく、宛先ホストが接続されているノード（出口側のエッジノード）のノード識別子に基づいてフレーム転送する。図23ではノード900-1からノード900-4への転送経路が太線で示されており、ノード900-1→ノード900-2→ノード900-3→ノード900-4となっている。この転送経路は、各ノードの拡張タグ対応FDBの記載に基づき決定される。そして、各ノードの拡張タグ対応FDBは、図示せぬサーバ等が有する情報に基づいて設定されるものとする。

【0254】

各ノード900-1～900-4は、このようなフレーム転送を行なうためのテーブルとして、入口側のエッジノードであるノード900-1はアドレス解決テーブル3101と拡張タグ対応FDB3102を、中継ノードであるノード900-2、900-3はそれぞれ拡張タグ対応FDB3103、3104を、出口側のエッジノードであるノード900-4は拡張タグ対応FDB3105とFDB3106を有している。

【0255】

入口側のエッジノードであるノード900-1は、入力フレームの宛先ホストのMACアドレスから宛先ホストが接続している出口側のエッジノードのノード識別子をアドレス解決し、宛先である出口側のエッジノードのノード識別子をフォワーディングタグ2500に記述するとともに、宛先ノード識別子に対する出力ポートを得て、その出力ポートに拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2400を出力する。

【0256】

このような転送処理を行うために、ノード900-1はアドレス解決テーブル

3101と拡張タグ対応FDB3102を有している。アドレス解決テーブル3101には各々の宛先ホストのMACアドレスに対応する宛先ノードのノード識別子が記述され、拡張タグ対応FDB3102には宛先ノードのノード識別子に対する出力すべき出力ポートが記述されている。ここでは、アドレス解決テーブル3101の構成が宛先ホストのMACアドレスに対応する宛先ノードのノード識別子が記されている場合が示されているが、宛先ホストのMACアドレスとVLANタグに対応する宛先ノードのノード識別子が記されている場合もある。なお、アドレス解決テーブル3101は図13のフレーム属性情報／ネットワーク情報対応テーブル1210に相当し（アドレス解決テーブル3101のMACアドレスがフレーム属性情報1211に対応し、アドレス解決テーブル3101のノード識別子がネットワーク情報1212-1に対応する。）、拡張タグ対応FDB3102は図19のフォワーディングテーブル1810に相当（拡張タグ対応FDBのノード識別子が入力フォワーディング情報に対応）する。

【0257】

図33～35はそれぞれ入口側のエッジノード900-1、中継ノード900-2、900-3、出口側のエッジノード900-4のフォワーディング処理に関するフローチャートである。

【0258】

各ノード900-1～4では初期状態として、ステップA-1、B-1、C-1において、宛先MACアドレスに対応する宛先ノード識別子のアドレス解決と宛先ノード識別子と出力ポートの対応付け処理は、例えばサーバ3200を用いて行われる。サーバ3200には初期設定時に各エッジノードに接続されるホストのMACアドレス情報が登録される。サーバ3200はこれにより宛先MACアドレスと宛先ノード識別子を対応付ける。また、ネットワーク内の全ノードの接続状況に基づき最適な経路決定を行い、その結果として、各ノードにおける宛先ノード識別子と出力ポートも決定される。

【0259】

続いて入口側のエッジノード900-1の処理について説明する。ノード900-1はMACアドレスA、B、C、D宛てのフレームを受信すると、アドレス

解決テーブル3101を参照し、MACアドレスA、B、C、Dに対応する宛先ノードのノード識別子が900-4であることを認識し（ステップA-2）、フォワーディングタグ2500に900-4を記述する（ステップA-3）。その後、拡張タグ対応FDB3102を参照してノード900-4に対する出力ポートはポート#3との情報を得て（ステップA-4）、ポート#3に拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300を出力する（ステップA-5）。出力されたフレームはノード900-2に到着する。

【0260】

図24は、入口側のエッジノード900-1、出口側のエッジノード900-4の構成を示している。エッジノードはイーサネット（R）フレームから拡張タグ付きイーサネット（R）フレームへの変換（または逆変換）を行うため、従来のノード200の構成に加え本発明特有のノード900の構成を併せ持っている。図24では、点線より下部が従来ノード200の構成で、上部が本発明特有の構成である。

【0261】

ノード200側の入力ポート201-in～203-inと出力ポート201-out～203-outはエッジノード900-1、900-4のホスト側のポートを示しており、ノード900側の入力ポート901-in、902-inと出力ポート901-out、902-outはエッジノード900-1、900-4のノード側のポートを示している。図中で拡張タグ対応FDB1810と拡張タグフレームスイッチ930は別構成としているが、図10とその詳細の説明に従うと、拡張タグ対応FDB1810は拡張タグフレームスイッチ930の構成要素であり、内部に位置する。また、図24では図10における回路の中でフォワーディング処理に関係しない拡張タグ処理回路は簡略化のため省略している。

【0262】

ホストXからの入力フレームを入力ポート201-in～203-inのいずれかのポートで受信すると、MACスイッチ230はFDB220を参照して出力ポートを決定する。FDB220には他スイッチ、ホストへの出力ポート20

1-out～203-out の他に、拡張タグ付きイーサネット（R）フレームに変換するフレームに関しては特別な出力ポート#0のエントリを有している。このエントリはサーバ3200によって予め指定された宛先MACアドレスに対して設定されている。

【0263】

サーバ3200は入力ポート毎（入力ポートに1ホストが接続する場合はホスト毎、入力ポートに複数ホストが接続する場合はホスト群毎）の通信可能なホスト情報を保持しており、それらのホスト宛てのフレームを拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム変換対象に指定して、その宛先MACアドレスに対するエントリを出力ポート#0とする。出力ポート#0に出力されるフレームは拡張タグ生成回路910に入力される。拡張タグ生成回路910の拡張タグ生成部1220はアドレス解決テーブル1210を参照して、宛先ノードを決定し、宛先ノード識別子を格納したフォワーディングタグ2500をフレームに挿入して拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300に変換して、拡張タグフレームスイッチ930に転送する。

【0264】

このアドレス解決テーブル1210は図23におけるアドレス解決テーブル3101に対応する。アドレス解決テーブル1210の各エントリは例えばサーバ3200により設定される。拡張タグフレームスイッチ930は拡張タグ対応FDB1810を参照して、宛先ノード識別子に対応する出力ポート情報を取得して、該当するポート（出力ポート901-outか902-out）にフレーム転送する。この拡張タグ対応FDB1810は図23における拡張タグ対応FDB3102に対応する。

【0265】

続いて、図23において入口側のエッジノード900-1から拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300を受信したネットワーク内の中継ノード900-2、900-3は、拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300のフォワーディングタグ2500を基に出力ポートを決定し、該当ポートに転送する。この処理を行なうために、ノード900-2、900-3は拡張タグ対応FDB3102に対応する。

B3103、3104を有している。拡張タグ対応FDB3103、3104には各々の宛先ノード識別子とそれに対応する出力ポートが記述されている。

【0266】

ノード900-2は拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300を受信すると、拡張タグ対応FDB3103を参照し、宛先ノード識別子900-4に対する出力ポートがポート#3であることを認識し（ステップB-2）、ポート#3に拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300を転送する（ステップB-3）。そのフレームを受信したノード900-3は拡張タグ対応FDB3104を参照し、宛先ノード識別子900-4に対する出力ポートがポート#4であることを認識し（ステップB-2）、ポート#4に拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300を転送する（ステップB-3）。転送されたフレームはノード900-4に到着する。

【0267】

中継ノード900-2、900-3は拡張タグ付きイーサネット（R）フレームとイーサネット（R）フレームとの変換処理は行わないため、図24において点線より上部のみで構成されており、入口側のエッジノード900-1からのフレームを入力ポート901-inまたは902-inで受信すると、拡張タグフレームスイッチ930は拡張タグ対応FDB1810を参照して、出力ポートを決定して該当する出力ポート901-outまたは902-outにフレームを出力する。ここで拡張タグ対応FDB1810は図23における拡張タグ対応FDB3103、3104に対応する。図23において、ノード900-2は他のノードとの接続のために4ポートを使用しており、ノード900-3は他のノードとの接続のために5ポートを使用しているが、説明の簡単化のために、図24ではノード間接続に使用されるポートを2つとしている。

【0268】

続いて、図23において中継ノード900-3から拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300を受信した出口側のエッジノード900-4は、自ノードが宛先であることを確認すると拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2400からフォワーディングタグ2500を削除し、通常のイーサネット（R）フ

レームとした上で、宛先ホストのMACアドレスに従い出力ポートを決定する。この処理を行なうために、ノード900-4は拡張タグ対応FDB3105と拡張タグ対応FDB3106を有している。拡張タグ対応FDB3105には宛先ノード識別子とそれに対応する出力ポートが記述されており、FDB3106には接続する各々のホストのMACアドレスとそれに対応する出力ポートが記述されている。

【0269】

出口側のエッジノード900-4は、拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2400を受信すると、ステップC-2において拡張タグ対応FDB3105を参照し、宛先ノード識別子900-4に対する出力ポートエントリが自ノードであることを示す識別子である「END」であることを取得する。なお、この「END」という識別子は、例えば自ノードIDと等しいノード識別子エントリに対して出力ポートフィールドに記述される。その後、ステップC-3においてノード内の拡張タグ削除回路に接続する出力ポートに出力し、このフォワーディングタグ2500を削除して（ステップC-4）、通常のVLANタグ付きイーサネット（R）フレーム2200に変換する。

【0270】

VLANタグ付きイーサネット（R）フレーム2200に変換したノード900-4は、ステップC-5においてFDB3106を参照して、VLANタグ付きイーサネット（R）フレーム2200の送信先MACアドレスがMAC__#Aであれば出力ポート#6に、送信先MACアドレスがMAC__#Bであれば出力ポート#5に、送信先MACアドレスがMAC__#Cであれば出力ポート#4に、送信先MACアドレスがMAC__#Dであれば出力ポート#3に出力する（ステップC-6）。これによって、各ホストにVLANタグ付きイーサネット（R）フレーム2200が転送される。

【0271】

図24は、出口側のエッジノード900-4の構成も示している。中継ノード900-3からのフレームを入力ポート901-inまたは902-inで受信すると、拡張タグフレームスイッチ930は、拡張タグ対応FDB1810を参

照して、自ノードが宛先ノードであることを認識し、拡張タグ削除回路940に転送する。ここでの拡張タグ対応FDB1810は、図23における拡張タグ対応FDB3105に対応する。

【0272】

拡張タグ削除回路940は、フォワーディングタグ2500を削除して拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2400を通常のVLANタグ付きイーサネット(R)フレーム2200に変換して、MACスイッチ230に転送する。MACスイッチ230は、FDB220を参照して、VLANタグ付きイーサネット(R)フレーム2200の宛先MACアドレスに対応する出力ポートの情報を取得して、該当する出力ポート201-out～203-outの何れかに当該VLANタグ付きイーサネット(R)フレーム2200を出力する。ここでのFDB220は、図23におけるFDB3106に対応する。

【0273】

以上説明したように、本発明のフォワーディング方法では、入口側のエッジノードが宛先ホストのMACアドレスを宛先ホストが接続する出口側のエッジノードの識別子にマッピングすることにより、中継ノードでは宛先ノード識別子に基づきフォワーディング処理を行う。

【0274】

本発明のフォワーディング方法を用いた場合の各ノードのテーブルメモリ量は以下の通りとなる。

【0275】

網内のエッジノードの数をNe、中継ノード数をNt、エッジノードに接続するホスト数をhとすると（簡単のために全エッジノードには同数のホストが接続するものとする）、各中継ノードの拡張タグ対応FDBのエントリ数Ecは、

$$Ec = Ne$$

となる。

【0276】

拡張タグ対応FDBのエントリはノード識別子であり、そのサイズはノード識別子が格納されるフォワーディングタグ2500の拡張タグ情報領域2602の

アドレス領域2902のサイズと同一の12ビットである。従って、中継ノードの拡張タグ対応FDBのメモリ量Mcは、

$$Mc = 12 \times Ne \text{ (bit)}$$

である。

【0277】

また、各エッジノードに関しては、拡張タグ対応FDBのエントリ数Eeeが
 $Eee = Ne$

であり、アドレス解決テーブル、通常のFDBのエントリ数Eeaが合わせて、

$$Eea = Ne \times h$$

であり、

トータルのメモリ量Meは、

$$Me = 12 \times Ne + 48 \times Ne \times h \text{ (bit)}$$

となる。

【0278】

この例は、各エッジノードが全てのエッジノードと通信する例であるが、通常の利用形態として考えられるVPNサービスでは通信するエッジノードが限定される。そのような場合は、通信先エッジノード数をNceとすると、上記数式のNeをNceに置き換えればよい。この場合、NceはNeより小であるため、トータルのメモリ量Meはより削減される。

【0279】

以上をまとめると、本発明と従来のフォワーディング方式を用いた場合の中継ノードとエッジノードのメモリ量の比較結果は次の表1に示すようになる。

【0280】

【表1】

中継ノードとエッジノードのメモリ量の比較

	中継ノード	エッジノード	
		全エッジノードが 通信先となるケース	想定ケース (V P Nサービス)
本発明	$12 \times N_e$ (bit)	$12 \times N_e + 48 \times N_e \times h$ (bit)	$12 \times N_{ce} + 48 \times N_{ce} \times h$ (bit)
従来	$48 \times N_e \times h$ (bit)	$48 \times N_e \times h$ (bit)	$48 \times N_e \times h$ (bit)

【0281】

表1より、中継ノードに関して、本発明のメモリ量はエッジノード数のみに依存し、ホスト数によらないため、網規模に対するスケーラビリティを有しているといえる。従来方式に比べて、 $1/4$ hに削減可能であり、エッジノードに収容されるホスト数が増えるほど（網規模が大きいほど）、削減効果が大きいことが分かる。

【0282】

一方、エッジノードに関して、本発明のメモリ量は、最大となる場合（全エッジノードと接続する場合）では、エッジノード数及び接続ホスト数に依存するため、従来方式と同じレベルとなる。しかし、V P Nサービス等が想定されるサービス形態の場合には、通信しないエッジノードに接続するホストに関してはエントリしないため、メモリ量が削減される。その場合、従来方式と比べて、 N_{ce}/N_e に削減可能であり、接続しないエッジノード数に応じた分だけメモリ量が削減できるようになる。

【0283】

ネットワーク全体で比較した場合でも、本発明では中継ノードにおけるメモリの削減量が大きいため、ネットワーク全体としてみた場合大幅なメモリ削減効果が得られることになる。

【0284】

従って、本発明のフォワーディング方法では、特に中継ノードでは従来の方法

に比べてFDBのメモリ量を大幅に削減可能であり、エッジノードのメモリ量は最悪の場合でも従来と同程度であり、想定されるサービス形態では従来方式に比べてメモリ量の削減することができる。これは、出口側のエッジノードに接続する複数のホストを出口側のエッジノードで代表するため、中継ノードのFDBのエントリ数が大幅に削減されること、及び宛先ノード識別子が12ビットであり、48ビットのMACアドレスに比べて各エントリのサイズが削減されていることによる。さらに、中継ノードでは12ビットのアドレスマッチングで出力ポートを決定することにより、48ビットのMACアドレスマッチングに比べて、高速フォワーディングが可能となる。

【0285】

また、上記実施の形態では、中継ノード900-2、900-3は、図24において点線より上側のみで構成されるものとしたが、中継ノード900-2、900-3を図24の点線より下の部分を含む形態とし、搭載するメモリの容量を拡張タグFDB1810が必要とする容量とすることもできる。

【0286】

このように、中継ノードを図24の全ての構成を含む形態とした場合には、中継ノードとして使用していたノードをエッジノードとして使用するようにノードの使用形態を変更する際に、ハードウェアの大幅な追加を行う必要がなく、メモリを増加するだけで、対応することが可能となる。

【0287】

続いて、本発明における拡張タグ付きイーサネット(R)フレームを用いたブロードキャストフレームのフォワーディング方法について説明する。

【0288】

図51は、従来のネットワーク3000におけるブロードキャストフォワーディング方法を示している。ネットワーク構成は図22と同様であり、ノード200-4のポート7にホストYが新規に接続された状態であるとする。

【0289】

従来ノード200-1～200-9では、入力されたイーサネット(R)フレームの宛先MACアドレス(MAC_DA)が「0xFFFF」であるブロードキ

ヤストフレームである場合、またはMAC_DAがFDB3001～3004に登録されていない（すなわち、出力先のノードが不明な）イーサネット（R）フレーム（以降、Unknownユニキャストフレームと記す）である場合に、ブロードキャスト転送する。

【0290】

図51ではUnknownユニキャストフレームの例を示しており、ホストXからホストYに対してフレーム転送しているとする。ノード200-1はこのフレームを受信するとFDB3001のMACアドレスエントリをサーチして、MAC_DA=MAC_#Yが登録されていないため、このフレームをUnknownユニキャストフレームとして、ブロードキャスト転送する。

【0291】

具体的には転送経路上のポート（ポート#1、#2、#3）の中で、このフレームが入力してきたポート以外のポート（ポート#2、ポート#3）に転送する。なお、この場合のブロードキャスト転送経路は太線で記しており、この転送経路は例えば図示せぬサーバ等により設定されているものとする。転送経路上の他のノードも同様にFDB3002～3004をサーチして、MAC_#Yのエントリが登録されていない場合には転送経路上のポートの中の入力ポート以外のポートにブロードキャスト転送する。これによりノード200-4にこのUnknownユニキャストフレームが到着すると、ノード200-4はポート#3～#7にブロードキャスト転送することにより、ポート#7に接続されるホスト#Yに到着する。

【0292】

以上説明したように、従来ノード200-1～200-9では、Unknownユニキャストフレームのブロードキャスト転送時はFDB3002～3005のサーチを伴う。FDBのサーチは48ビットのMACアドレスを網規模に比例した数のエントリ数のサーチとなるため、網規模に対するスケーラビリティを持たないという問題がある。

【0293】

これに対して図52に本発明によるブロードキャストフォワーディング方法を

示している。図52では、図23における拡張タグ対応FDB3102～3105が拡張タグ対応ブロードキャストFDB5202～5205に変更され、ノード900-4のポート#7に対してホストYが新たに接続されている。拡張タグ対応FDB3102～3105ではフォワーディングタグ2500内の宛先ノード識別子に対する出力ポートが格納されていたのに対して、拡張タグ対応ブロードキャストFDB5202～5205ではブロードキャストフォワーディングタグ2508内の送信元ノード識別子に対する出力ポートが格納される。

【0294】

図52では、送信元ノード（入口側エッジノード）900-1からのブロードキャスト転送経路が太線で記されている。これはノード900-1からの片方向経路である。この転送経路は例えば図示せぬサーバ等により設定されているものとする。以下の説明では前述した通常のフォワーディング方法（ユニキャストフレームに対するフォワーディング方法）と重複する説明については省略または簡単な説明に留める。

【0295】

入口側のエッジノードであるノード900-1の処理から説明する。図53は入口側エッジノード900-1のブロードキャストフォワーディング処理のフローチャートである。

【0296】

各ノード900-1では初期状態として、ステップI-1において、宛先MACアドレスに対応する宛先ノード識別子のアドレス解決処理と、宛先ノード識別子または送信元ノード識別子と出力ポートの対応付け処理を行なう。これらの処理は、例えばサーバ3200等を用いて行われる。

【0297】

ノード900-1はブロードキャストフレーム(MAC_DA=0xFFFF)を受信すると、MAC_DA=0xFFFFであることにより、受信フレームがブロードキャストフレームであることを認識する。またMAC_##Y宛てのフレームを受信すると、アドレス解決テーブル3101をサーチし、MAC_##Yのエントリがない場合に受信フレームがUnknownユニキャストフレームで

あることを認識する（ステップI-2）。このような場合、ブロードキャストフォワーディングタグ2508に自ノードのノード識別子「900-1」を記述する（ステップI-3）。

【0298】

その後、拡張タグ対応ブロードキャストFDB5202を参照してノード900-1に対する出力ポートはポート#2、#3との情報を得て（ステップI-4）、ポート#2、#3に拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300を出力する（ステップI-5）。出力されたフレームはノード900-2、ノード900-8に到着する（以降、ノード900-8についての説明は省略）。

【0299】

続いて、中継ノード900-2、900-3の処理を説明する。図54は中継ノード900-2、900-3のフローチャートである。中継ノード900-2、900-3においてもノード900-1と同様に、ステップJ-1において宛先ノードまたは送信元ノードのノード識別子に対する出力ポートの対応付けは行なわれている。ノード900-2は拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300を受信すると、拡張タグ対応ブロードキャストFDB5203を参照し、送信元ノード識別子900-1に対する出力ポートがポート#2、#3、#4であることを認識し（ステップJ-2）、それらのポートに拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300を転送する（ステップJ-3）。そのフレームを受信したノード900-3（ノード900-5、900-9については省略）は拡張タグ対応ブロードキャストFDB5204を参照し、送信元ノード識別子900-1に対する出力ポートがポート#4であることを確認し（ステップJ-2）、ポート#4に拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2300を転送する（ステップJ-3）。転送されたフレームはエッジノード900-4に到着する。

【0300】

続いて、出口側のエッジノード900-4の処理を説明する。図55はノード900-4のフローチャートである。出口側のエッジノード900-4においてもノード900-1と同様に、ステップK-1において宛先MACアドレスと宛先ノード識別子のアドレス解決処理、宛先ノードまたは送信元ノードのノード識

別子に対する出力ポートの対応付けが行なわれている。ノード900-4は、拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2400を受信すると、ステップK-2において拡張タグ対応ブロードキャストFDB5205を参照し、送信元ノード識別子900-1に対する出力ポートエントリが自ノードであることを示す識別子である「END」であることを取得する。なお、この「END」という識別子は、例えば転送経路上の出力ポートが1つしかない場合に、送信元ノードのノード識別子エントリに対して出力ポートフィールドに記述される。

【0301】

その後、ステップK-3においてノード内の拡張タグ削除回路に接続する出力ポートに出力し、このブロードキャストフォワーディングタグ2508を削除して（ステップK-4）、通常のVLANタグ付きイーサネット（R）フレーム2200に変換する。ノード900-4は変換したVLANタグ付きイーサネット（R）フレーム2200がMAC_DA=0xFFFFである場合は入力ポート以外の転送ポートにフレーム転送する（ステップK-5）。

【0302】

またノード900-4は変換したVLANタグ付きイーサネット（R）フレーム2200がブロードキャストフレームでない場合は、通常のFDB3106を参照して、VLANタグ付きイーサネット（R）フレーム2200のMAC_DAに対するエントリが存在しない場合は入力ポート以外の転送ポートにフレーム転送する（ステップK-5）。これによって、MAC_DA=0xFFFFのブロードキャストフレームは全てのホストA、B、C、D、Yに転送される。また、ホストYが新規に接続された場合（ホストY行きのUnknownユニキャストフレームの場合）でも、ホストYに転送される。

【0303】

以上説明したように本発明のブロードキャストフォワーディング方法では、ブロードキャストフレームまたはUnknownユニキャストフレームに対して、入口側エッジノードのノード識別子をブロードキャストフォワーディングタグに格納し、中継ノードではブロードキャストフォワーディングタグ内のノード識別子に基づきフレーム転送を行う。これにより、従来ノードではFDBのMACア

ドレスサーチが伴っていたのに対して、本発明ではMACアドレスサーチの必要はなく、タグに格納されるノード識別子に基づき出力ポートを決定するため、メモリ量を大幅に削減できるとともに高速フォワーディングが可能となる。

【0304】

これまでの説明では、入口側ノードに入力されたVLANタグ付きイーサネット(R)フレームはすべて拡張タグ付きフレームに変換される例を説明していた。本発明では、VLANタグ付きイーサネット(R)フレームを転送することも可能であり、その場合のフォワーディング方法について以下に説明する。

【0305】

図56はこのような場合の一例であり、VLAN#zに属するホストXから同じくVLAN#zに属するホストYへとフレーム転送される場合に、入口側のノード200-1が既存のイーサスイッチである場合を示している。

【0306】

本発明のノード900-2~9にVLANタグ付きイーサネット(R)フレームが入力された場合にそのフレームを転送処理するために、本発明では0~4095まであるタグの値を通常のVLANタグと本発明の拡張タグの各々で使用するように分割する。この分け方は任意の方法が可能だが、ここでは簡単のため、境界値Aとして、境界値A未満のタグを通常VLANに、境界値A以上のタグを拡張タグに使用するものとする。図56では、#z(ノード識別子) < Aであるとする。

【0307】

ノード900-2~9はVLANタグ付きイーサネット(R)フレーム2200を受信するとそのフレームをブロードキャストする。ブロードキャスト経路は通常VLANのタグ毎に設定される場合もあれば、いくつかのタグをグループ化してタググループ毎に設定される場合もあれば、全ての通常VLANに対して1つが設定される場合もある。設定されるブロードキャスト経路のタグと出力ポートとの対応は拡張タグ対応ブロードキャストFDBに格納される。ここには拡張タグに格納されるノード識別子(値A以上)に対する出力ポートと、通常VLANのタグ値(A未満)に対する出力ポートが双方保持される。

【0308】

ブロードキャスト経路をいくつかのタグをグループ化してタググループ毎に設定する場合を以下に説明する。上記境界値A未満の通常VLANの値を複数の範囲に分割して、それぞれの範囲毎にブロードキャスト経路を設定する。例えば境界値Aを「3001」とした場合、VLANタグの値が0～1000についてはVLANタグの値を「0」で代表し、1001～2000についてはVLANタグの値を「1001」で代表し、2001～3000についてVLANタグの値を「2001」で代表して設定する。そして、それぞれのVLANタグ「0」、「1001」、「2001」についてブロードキャスト経路を設定する。このようにVLANの値により複数のブロードキャスト経路を設定することにより、フレームをブロードキャストにより転送する場合に、ネットワーク内におけるトラヒック転送の分散が可能となる。

【0309】

境界値Aをどのような値に設定するか、また境界値A未満の通常VLANの値をいくつの範囲に分割するかについては上記の設定例に限定されず、任意に値に設定することができる。

【0310】

図56で具体例を説明する。図56では全ての通常VLANのタグ値に対して1つのブロードキャスト経路が設定されており、全ての通常VLANに対して、ノード識別子は#0となっている。図56では、ノード200-1にはホストXから通常のVLANタグ付きイーサネット(R)フレーム2200が入力される。ノード200-1はFDB3001を参照して、ポート#3に出力する。ノード900-2はフレームを受信すると、受信フレームのタグの値がA未満であるため、宛先のノード識別子を#0と見なしして、拡張タグ対応ブロードキャストFDB5203を参照して、ノード識別子#0に対する出力ポートを取得し、そのフレームが入力してきたポート#1以外のポート#2、3、4にフレームをブロードキャストする。

【0311】

フレームを受信したノード900-3、900-9も同様にノード識別子#0

に対する出力ポートにブロードキャストする（なお、図56ではノード900-9のFDBは省略している）。ノード900-3からのフレームを受信したノード900-4は、ノード識別子#0に対する出力ポートがフレームの入力ポートのみであるため、出口側ノードが自ノードであると認識する。この場合、受信フレームのタグの値がA未満であるため、タグは削除せずにFDB3106を参照して出力ポート#7を得て、フレームを転送する。

【0312】

以上説明したように、本発明では通常のVLANタグ付きイーサネット（R）フレーム2200が入力された場合でも本発明のノードはタグに基づきフレーム転送することができ、ここまで実施例で説明したようにメモリ量を大幅に削減できるとともに高速フォワーディングが可能となる。

【0313】

（カスタマ分離タグを用いた場合のフォワーディング方法に関する実施の形態）

第3の実施の形態として、本発明における拡張タグ付きイーサネット（R）フレームを用いたフォワーディング方法に関して、フォワーディングタグとともにカスタマ分離タグを用いた場合のフォワーディング方法について説明する。

【0314】

図36は、提案ネットワーク3600におけるフォワーディング方法を示している。提案ネットワーク3600は提案ネットワーク3100と比べて、ホストA、B、C、Dがノード900-4のポート#3に接続されている点が変更されている。（その他は同様の構成となっている。）

また、ノード900-1に接続しているホストXとノード900-4に接続しているホストA、B、C、Dは同一のカスタマ#aであるとする。図36では図23と同様に、ホストXからホストA～Dに対してフレームが転送されており、その経路は図示していないサーバ等によって、ホストX→ノード900-1→ノード900-2→ノード900-3→ノード900-4→ホストA、B、C、Dと設定されているとする。

【0315】

転送経路上の各ノード900-1～900-4は、フレーム転送を行なうため

のテーブルとして、入口側のエッジノードであるノード900-1はアドレス解決テーブル3601と拡張タグ対応FDB3102を、中継ノードであるノード900-2、900-3はそれぞれ拡張タグ対応FDB3103、3104を、出口側のエッジノードであるノード900-4は拡張タグ対応FDB3105、3606を有している。図36では入口側エッジノード900-1と出口側エッジノード900-4の動作が図23と異なり、中継ノード900-2、3の動作は図23と同様であるため、以降では主にノード900-1、900-4の動作について説明する。

【0316】

入口側のエッジノードであるノード900-1は、入力フレームの宛先ホストのMACアドレスからカスタマ分離識別子（以降カスタマIDと記す）と宛先ホストが接続している出口側のエッジノードのノード識別子を取得し、宛先である出口側のエッジノードのノード識別子をフォワーディングタグ2500に、またカスタマIDをカスタマ分離タグ2501に記述するとともに、宛先ノード識別子に対する出力ポートを得て、その出力ポートに拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2400を出力する。

【0317】

このような転送処理を行うために、ノード900-1はアドレス解決テーブル3601と拡張タグ対応FDB3102を有している。アドレス解決テーブル3601には各々の宛先ホストのMACアドレスに対応するカスタマIDと宛先ノードのノード識別子が記述され、拡張タグ対応FDB3102には宛先ノードのノード識別子に対する出力すべき出力ポートが記述されている。ここでは、アドレス解決テーブル3601の構成が宛先ホストのMACアドレスに対応するカスタマIDと宛先ノードのノード識別子が記されている場合が示されているが、宛先ホストのMACアドレスとVLANタグに対応するカスタマIDと宛先ノードのノード識別子が記されている場合もある。なお、アドレス解決テーブル3601は図13のフレーム属性情報／ネットワーク情報対応テーブル1210に相当し（アドレス解決テーブル3601のMACアドレスがフレーム属性情報1211に対応し、アドレス解決テーブル3601のカスタマIDとノード識別子がネ

ットワーク情報1212-1に対応する。）、拡張タグ対応FDB3102は図19のフォワーディングテーブル1810に相当する。

【0318】

図37、図38はそれぞれ入口側のエッジノード900-1、出口側のエッジノード900-4のフォワーディング処理に関するフローチャートである。

【0319】

各ノード900-1、4では初期状態として、宛先MACアドレスに対応するカスタマIDと宛先ノード識別子のアドレス解決処理及び宛先ノード識別子と出力ポートの対応付け処理が、例えば図24に示すようなサーバ3200を用いて行われる（ステップD-1、E-1）。サーバ3200には初期設定時に各エッジノードに接続されるホストのMACアドレス情報及び各ホストの所属するカスタマ情報が登録される。サーバ3200はこれにより宛先MACアドレスとカスタマIDと宛先ノード識別子を対応付ける。また、ネットワーク内の全ノードの接続状況に基づき最適な経路決定を行い、その結果として、各ノードにおける宛先ノード識別子と出力ポートも決定される。

【0320】

続いて入口側のエッジノード900-1の処理について説明する。ノード900-1はMACアドレスA、B、C、D宛てのフレームを受信すると、アドレス解決テーブル3601を参照し、MACアドレスA、B、C、Dがカスタマ#aに所属しており、対応する宛先ノードのノード識別子が900-4であることを認識する（ステップD-2）。その後、ノード900-1はフォワーディングタグ2500に900-4を記述し、カスタマ分離タグ2501に#aを記述する（ステップD-3）。その後、拡張タグ対応FDB3102を参照してノード900-4に対する出力ポートはポート#3との情報を得て（ステップD-4）、ポート#3に拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2400を出力する（ステップD-5）。出力されたフレームはノード900-2に到着する。

【0321】

入口側のエッジノード900-1の構成は図24に示す通りである。入口側エッジノード900-1の動作に関して、提案ネットワーク3100との差分は以

以下の点である。MACスイッチ230からのフレームを受信した拡張タグ生成回路910の拡張タグ生成部1220はアドレス解決テーブル1210を参照して、カスタマID及び宛先ノードを決定し、宛先ノード識別子を格納したフォワーディングタグ2500及びカスタマIDを格納したカスタマ分離タグ2501をフレームに挿入して拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2400に変換して、拡張タグフレームスイッチ930に転送する。拡張タグフレームスイッチ930は提案ネットワーク3100と同様にフォワーディングタグ2500を参照して出力ポートを決定して、フレーム転送する。

【0322】

続いて、入口側のエッジノード900-1から拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2400を受信したネットワーク内の中継ノード900-2、900-3は、提案ネットワーク3100における動作と同様に、拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2400のフォワーディングタグ2500を基に出力ポートを決定し、該当ポートに転送する。

【0323】

続いて、図36において中継ノード900-3から拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2400を受信した出口側のエッジノード900-4は、自ノードが宛先であることを確認すると、カスタマ分離タグ2501に格納されるカスタマIDによって出力ポートを決定し、拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2400からフォワーディングタグ2500及びカスタマ分離タグ2501を削除し、通常のイーサネット（R）フレームとして決定したポートにフレーム転送する。この処理を行なうために、ノード900-4は拡張タグ対応FDB3105、3606を有している。拡張タグ対応FDB3105には宛先ノード識別子とそれに対応する出力ポートが記述されており、拡張タグ対応FDB3606にはカスタマIDとそれに対応する出力ポートが記述されている。

【0324】

ノード900-4は、拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム2400を受信すると、ステップE-2において拡張タグ対応FDB3105を参照し、宛先ノード識別子900-4に対する出力ポートエントリが自ノードであることを示

す識別子である「END」であることを取得する。その後、ステップE-3において拡張タグ対応FDB3606を参照して、カスタマ分離タグ2501に格納されるカスタマIDに対する出力ポートエントリを検索し、ポート#3を取得する。

【0325】

出力ポート#3を得ると、ステップE-4においてノード内の拡張タグ削除回路に接続する出力ポートにフレームを出力し、フォワーディングタグ2500及びカスタマ分離タグ2501を削除して、通常のVLANタグ付きイーサネット(R)フレーム2200に変換する。VLANタグ付きイーサネット(R)フレーム2200に変換したノード900-4は、ステップE-5において出力ポート#3にフレームを出力する。各ホストA~Dは自分宛てのフレームを受信することによって、各ホストにVLANタグ付きイーサネット(R)フレーム2200が転送される。

【0326】

図24には、出口側のエッジノード900-4の構成も示している。出口側エッジノード900-4の動作に関して、提案ネットワーク3100との差分は以下の点である。中継ノード900-3からのフレームを入力ポート901-inまたは902-inで受信すると、拡張タグフレームスイッチ930は、拡張タグ対応FDB1810(拡張タグ対応FDB3105と3606に対応)を参照して、自ノードが宛先ノードであることを認識するとともに、カスタマIDより出力ポート情報を取得する。出力ポート情報を得ると、その情報とフレームを拡張タグ削除回路940に転送する。拡張タグ削除回路940は、フォワーディングタグ2500及びカスタマ分離タグ2501を削除して拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2400又は通常のイーサネット(R)フレームに変換して、出力ポート情報とともにMACスイッチ230に転送する。MACスイッチ230は、受信した出力ポート情報に従い、該当する出力ポート201-out~203-outの何れかに当該VLANタグ付きイーサネット(R)フレーム2200を出力する。

【0327】

以上説明したように、本実施の形態におけるフォワーディングタグ及びカスタマ分離タグを用いたフォワーディング方法では、入口側のエッジノードが宛先ホストのMACアドレスを宛先ホストが接続する出口側のエッジノードの識別子及びカスタマIDにマッピングして、宛先エッジノード識別子に基づきフォワーディングする。また、中継ノードでは宛先ノード識別子に基づきフォワーディングすることにより、フレームは出口側エッジノードまで到達可能である。出口側エッジノードではフォワーディングタグを削除し、カスタマ分離タグに格納されるカスタマIDによって出力ポートを決定し、フレーム転送する。そのため、出口側エッジノードでは接続するホストのMACアドレスの学習を行なう必要がない。

【0328】

このように、本実施の形態のフォワーディング方法によると、前の実施の形態における方法と同様に出口側エッジノードに接続する複数のホストを出口側エッジノードのノード識別子で代表してフォワーディングすることにより、特に中継ノードのFDBのメモリ量を大幅に削減できる。さらに、出口側エッジノードでは同一カスタマに所属する複数のホストをカスタマIDでグルーピングして、出力ポートを決定することにより、接続ホストのMACアドレス学習を行なう必要が無いという利点も有する。

【0329】

<階層化ネットワークに関する実施の形態>

第4の実施の形態として、本発明のノードを用いた階層化ネットワークについて説明する。

【0330】

<階層化ネットワークの構成>

図39は階層化ネットワーク3800の構成を示している。第1及び第2の実施の形態のフォワーディング方法では、アドレス領域が12ビット（一般的にはあるサイズの固定長）であるフォワーディングタグ2500に宛先ノード識別子を格納してデータ転送するため、ネットワーク内に収容できるノード数は約40

00（一般的にはある有限数）に制限される。このようなノード数の制限を解消し、制限数以上のノードを収容するためにネットワークを階層化する。階層化ネットワーク3800は二段階層の階層化ネットワークで、第一階層ネットワーク3801はネットワーク内のノードの物理接続を示しており、第二階層ネットワーク3802は第一階層ネットワーク3801の各ノードを論理的ドメイン3830～3833に分割している。

【0331】

ドメイン3830にはノード3810、3811、3812が収容され、ドメイン3831にはノード3816、3817、3818が収容され、ドメイン3832にはノード3813、3814、3815が収容され、ドメイン3833にはノード3819、3820、3821が収容される。各ノードをドメイン識別子とノード識別子の組み合わせで表すことにより、ドメイン内でユニークなノード識別子を他のドメインのノードに割り当て可能となり、収容ノード数を大幅に増加可能となる。なお、図39では説明の都合上、ドメインが異なっていても、各ノードには異なる識別子を割り当てている。図39では二段階層の階層化ネットワークであるため、収容可能ノード数は最大約1600万ノードとなる。

【0332】

図39の階層化ネットワーク3800ではドメインの境界がリンク上に設定されている。これに対して、図40のようにドメインの境界をノード上に設定することも可能である。図40の階層化ネットワーク3900では、図39と同様の物理接続ネットワーク（第一階層ネットワーク3801）に対して、第二階層ネットワーク3902ではドメイン3930、3931、3932、3933が設定される。

【0333】

ドメイン3930にはノード3810、3811、3812、3813が収容され、ドメイン3931にはノード3812、3816、3817、3818が収容され、ドメイン3932にはノード3813、3814、3815、3817、ノード3819が収容され、ドメイン3933にはノード3818、3819、3820、3821が収容される。

【0334】

図40では、ドメイン3930と3931の境界はノード3812、ドメイン3930と3932の境界はノード3813、ドメイン3931と3932の境界はノード3817、ドメイン3931と3933の境界はノード3818、ドメイン3932と3933の境界はノード3819となっている。ノードがドメイン境界となる場合においても、各ノードをドメイン識別子とノード識別子の組み合わせで表すことにより、収容可能ノード数を大幅に増加できる。

【0335】

<階層化ネットワーク対応のフレームフォーマット>

図41はこのような階層化ネットワーク3800、3900においてデータ転送を行なうためのフレームフォーマットを示している。拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2400は拡張タグ格納領域2301に2つのフォワーディングタグ2500-1、2500-2を格納する。

【0336】

図42は各々のフォワーディングタグ2500-1、2500-2の構成を示している。フォワーディングタグ2500-1、2500-2は図6で説明したように拡張タグ識別領域2601-1、2と拡張タグ情報領域2602-1、2から構成されており、拡張タグ情報領域2602-1、2は図9で示したようにアドレスタイプ領域2901-1、2とアドレス領域2902-1、2から構成されている。階層化ネットワークでは、フォワーディングタグ2500-1にドメイン識別子を格納し、フォワーディングタグ2500-2にノード識別子を格納する。

【0337】

すなわち、アドレスタイプ領域2901-1、2にはアドレス領域2902-1、2に格納する識別子のタイプ（それぞれドメインであることを示す情報、ノードであることを示す情報）を格納し、アドレス領域2902-1、2にはそれぞれドメイン識別子、ノード識別子を格納する。図9のフォーマットに従うとアドレスタイプ領域2901は4ビットであるため、16段階層の階層化ネットワークまでをサポート可能である。

【0338】

<リンクがドメインの境界となる場合のフォワーディング例>

図43は、リンクがドメインの境界となる階層化ネットワーク3800におけるフォワーディング例を示している。この例では、ドメイン3830に属するノード3810に接続するホストYからドメイン3833に属するノード3821に接続するホストZへとフレームが転送されている。階層化ネットワーク3800におけるフォワーディングでは、ドメイン識別子が格納されるフォワーディングタグ2500-1を参照して、所望のドメインまでフレーム転送し、ドメイン内ではノード識別子が格納されるフォワーディングタグ2500-2を参照して、所望のノードまでフレーム転送する。

【0339】

その転送経路は、第1及び第2の実施の形態と同様にサーバ等により決定されるものとし、ドメインレベル（第二階層ネットワークレベル）では、ホストY→ドメイン3830→ドメイン3832→ドメイン3833となり、宛先ドメインまでのドメイン3830、3832内のノードレベル（第一階層ネットワークレベル）では、ノード3810→ノード3811→ノード3813→ノード3814→ノード3815となり、宛先ドメイン3833内のノードレベル（第一階層ネットワークレベル）では、ノード3820→ノード3821→ホストZとする。

【0340】

各ノード3810～3821は転送経路上でフレーム転送するために、入口側エッジノードであるノード3810はアドレス解決テーブル4200と拡張タグ対応FDB4210を、中継ノードであるノード3811～3820は拡張タグ対応FDB4211～4220を、出口側エッジノードであるノード3821は拡張タグ対応FDB4221とFDB4201を有している。

【0341】

アドレス解決テーブル4200には宛先ホストのMACアドレスと、それに対応して、そのホストが接続する出口側エッジノードのノード識別子とそのエッジノードが属するドメインのドメイン識別子が記述されている。

【0342】

拡張タグ対応FDB4210～4221にはドメイン識別子／ノード識別子と、その識別子に対する出力ポートが記述されている。特に、そのノードの次ホップのドメインに関しては、そのドメイン識別子に対する出力ポートエントリには、出力ポートとともにNEXTが併記される。また、そのノードが属するドメインに関しては、そのドメイン識別子に対する出力ポートエントリには、出力ポートとともに「END」が併記される。同様に自ノードであるノード識別子に対する出力ポートエントリとしては「END」のみが記述される。

【0343】

FDB4201には出口側エッジノードに接続するホストのMACアドレスと、そのホストに対する出力ポートが記述されている。

【0344】

図45、46、47はそれぞれ入口側エッジノード3810、中継ノード3811、3813、3814、3815、3820、出口側エッジノード3821のフォワーディング処理に関するフローチャートである。エッジノード3810、3821は初期状態として、ステップF-1、H-1において、宛先MACアドレスに対応する宛先ノード識別子／ドメイン識別子のアドレス解決を行ない、各ノード3810～3821はステップF-1、G-1、H-1において、宛先ノード識別子／ドメイン識別子と出力ポートの対応付け処理を行なう。これらの処理も第1及び第2の実施の形態と同様にサーバ等を用いて行なわれる。

【0345】

<入口側のエッジノード>

入口側のエッジノードであるノード3810はホストYからのフレームを受信すると、アドレス解決テーブル4200を参照して、宛先ホストZが接続しているノード情報として、ノード3821とノード3821が属するドメイン3833を取得する（ステップF-2）。アドレス解決テーブル4200には、宛先ホストのMACアドレスと、そのホストが接続している出口側エッジノードのノード識別子、そのノードが属するドメインのドメイン識別子が記述されている。

【0346】

ノード識別子及びドメイン識別子は図9及び図4-2で説明したように、アドレスタイプとアドレスの組み合わせで表す。ここでは、ノード識別子のタイプを00、ドメイン識別子のタイプを01としており、ノード識別子は00.38xx、ドメイン識別子は01.38xxと表示している。アドレス解決テーブル4-2-00の作成は、第1及び第2の実施の形態と同様にサーバ等によって行なわれる。

【0347】

なお、サーバは各ノードと各ドメインの対応関係情報を保持している。ノード3810はアドレス解決テーブル4-2-00から各情報を取得すると、ステップF-3において、先頭のフォワーディングタグ2500-1にはドメイン識別子01.3833を記述し、2番目のフォワーディングタグ2500-2にはノード識別子00.3821を記述する（アドレスタイプ領域2901-1、2に01、00が記述され、アドレス領域2902-1、2に3833、3821が記述される。）。

【0348】

入口側エッジノード3810は、フォワーディングタグ2500-1、2を付加すると、先頭フォワーディングタグ2500-1内の情報に基づき、拡張タグ対応FDBを参照しながら出力ポートを決定してフレームを転送する。ノード3810は拡張タグ対応FDB4-2-1-0を参照して、先頭のフォワーディングタグ2500-1内の情報01.3833に対する出力ポート情報はポート#2であることを得て（ステップF-4）、フレームを出力ポート#2に転送する（ステップF-5）。その結果、フレームはノード3811に到着する。

【0349】

図4-8は入口側エッジノード3810、出口側エッジノード3821、中継ノード3811～3820の構成を示している。中継ノード3811～3820は点線より上部のみで構成されている。ここでは、第1及び第2の実施の形態における階層化しないネットワークにおけるフォワーディング方法について説明した各ノードの動作に関して、階層化ネットワークにおける動作の差分についてのみ説明する。

【0350】

入口側エッジノード3810では、フォワーディングタグを生成する際の動作が異なる。すなわち、拡張タグ生成部1220はMACスイッチ230の出力ポート#0からタグフォワーディングすべきフレームを受信すると、アドレス解決テーブル1210を参照して、宛先ノード識別子を取得する。

【0351】

ここで、階層化ネットワークでは、宛先ホストが接続する出口側ノードはノード識別子とそのノードが属するドメイン識別子で表される。そのため、アドレス解決テーブル1210のエントリはノード識別子とドメイン識別子を有する。各識別子を得た拡張タグ生成部1220はドメイン識別子を格納するフォワーディングタグ2500-1とノード識別子を格納するフォワーディングタグ2500-2を生成し、フォワーディングタグ2500-1を先頭に、フォワーディングタグ2500-2を二番目の位置に格納し、フレームを拡張タグフレームスイッチ930に転送する。

【0352】

拡張タグフレームスイッチ930は、拡張タグ対応FDB1810を参照して出力ポートを決定する。この際先頭のフォワーディングタグから出力ポートを決定する。フォワーディングタグに格納されるドメイン識別子／ノード識別子はアドレスタイプ領域4ビットとアドレス領域12ビットから構成されているため、拡張タグ対応FDB1810の各エントリは図24の12ビットから16ビットに変更されている。

【0353】

<中継ノード：宛先ドメイン外>

転送経路上の中継ノード3811、3813、3814は、ノード3810のステップF-4以降の処理と同様に拡張タグFDBを参照して出力ポート情報を得て、フレーム転送する。ノード3810からフレームを受信したノード3811は、ステップG-2において拡張タグ対応FDB4211を参照して、01.3833に対する出力ポート情報はポート#2であることを得る。出力ポート情報には、次ホップが宛先ドメインであることを示すNEXTというエントリは含

まれていないため、ステップG-6において、取得した出力ポート#2にフレームを転送する。同様にノード3813、3814は拡張タグ対応FDB4213、4214を参照して、01.3833に対する出力ポート情報を得て（ステップG-2）、そのポートにフレーム転送する（ステップG-6）。その結果、フレームはノード3815に到着する。

【0354】

<中継ノード：宛先ドメインへの境界ノード>

ノード3815も同様に拡張タグ対応FDB4215を参照して、01.3833に対する出力ポート情報を検索する。ノード3815は目的のドメイン3833との境界ノードであるため、01.3833に対する出力ポート情報にはポート#3とともに、次ホップから宛先のドメイン3833であることを示すNEXTが併記されている（ステップG-2）。取得した出力ポート情報にはNEXTというエントリが含まれているため（ステップG-3）、ノード3830はフレーム及び出力ポート情報を拡張タグ削除回路に転送する（ステップG-4）。拡張タグ削除回路は先頭のフォワーディングタグ2500-1を削除して、ノードアドレスが格納されている二番目のフォワーディングタグ2500-2を先頭にして（ステップG-5）、出力ポート#3にフレーム転送する（ステップG-6）。

【0355】

なお、ステップG-2において、フォワーディングタグに格納されるドメイン識別子が自ノードが属するドメインと一致する場合には出力ポート情報にENDというエントリが含まれる。このような場合には、ステップG-3～G-5において、NEXTエントリが含まれる場合と同様に、拡張タグ削除回路で先頭フォワーディングタグを削除して、出力ポートに転送する。このように、フォワーディングタグに自ノードが属するドメイン識別子が格納される例としては、後の実施の形態で説明する3段以上の階層化ネットワークにおいて、複数の階層のドメイン境界ノードからフレームが転送される場合がある。このようなドメイン境界ノードからのフレームを受信したノードでは先頭フォワーディングタグに自ノードが属するドメインの識別子が格納される。

【0356】

また、入口側のエッジノードが宛先ドメインへの境界ノードとなる場合も考えられる。このような場合には、図45のステップF-4が図46のステップG-2となり、図46のフローチャートに従い動作する。

【0357】

ドメイン境界ノードは、第1及び第2の実施の形態で説明した階層化のないネットワークではなかったノードである。ノード3815では、拡張タグフレームスイッチ930が拡張タグ対応FDB1810を参照して、次ホップから宛先ドメインであることを示す「NEXT」というエントリを得ると、フレームと出力ポート情報を拡張タグ削除回路940に転送する。拡張タグ削除回路940は先頭のフォワーディングタグ2500-1を削除して、フォワーディングタグ2500-2を先頭タグにして、該当する出力ポート901-outまたは902-outにフレームを転送する。

【0358】

<中継ノード：宛先ドメイン内>

ノード識別子を格納するフォワーディングタグ2500-2を先頭にしてノード3815から転送されたフレームはノード3820に到着する。ノード3820は拡張タグ対応FDB4220を参照して、フォワーディングタグ2500-2に格納されるノード識別子00.3821に対応する出力ポート#5を得て（ステップG-2）、出力ポート情報にはNEXTエントリが含まれていないため（ステップG-3）、フレームをポート#5に転送する（ステップG-6）。

【0359】

<出口側のエッジノード>

フレームはノード3821に到着する。ノード3821は拡張タグ対応FDB4221を参照して、フォワーディングタグ2500-2の情報00.3821に対する出力ポート情報として、宛先ノードが自ノードであることを示すENDを得る（ステップH-2）。そこで、ノード3821は拡張タグ削除回路にフレームを転送する（ステップH-3）。拡張タグ削除回路はフォワーディングタグ2500-2を削除し（ステップH-4）、通常のイーサネット（R）フレーム

としてから、出口側エッジノード用のFDBであるFDB4201を参照して、宛先MACアドレスMAC_Zに対する出力ポート#2を得て（ステップH-5）、ポート#2にフレームを転送する（ステップH-6）。これにより、ホストZにフレームが到着する。

【0360】

出口側エッジノード3821の処理は、第1及び第2の実施の形態で説明した階層化のない場合と同様である。

【0361】

以上のように、リンクがドメイン境界となる階層化ネットワークにおけるフォワーディング方法では、入口側エッジノードが、宛先ホストが接続する出口側エッジノードのノード識別子とノードが所属するドメイン識別子を取得し、それぞれフォワーディングタグ2500-2、2500-1に格納する。各ノードは拡張タグ対応FDB4210～4215を参照して、先頭フォワーディングタグ2500-1に格納されるドメイン識別子に対応する出力ポートにフレームを転送する。そして、宛先ドメインへの境界ノード3815が先頭フォワーディングタグ2500-1を削除してノード識別子が格納されるフォワーディングタグ2500-2を先頭タグとし、宛先ドメイン内の各ノードは拡張タグ対応FDB4220～4221を参照して、先頭フォワーディングタグ2500-2に格納されるノード識別子に対応する出力ポートにフレーム転送することにより出口側エッジノード3821にフレームが到着する。

【0362】

これにより、階層化ネットワーク3800では各ノードは先頭フォワーディングタグのみを参照して宛先の出口側エッジノードまでフレームを転送することが可能である。つまり、階層化によりネットワーク規模を拡大して、アドレス領域を拡大しても、フォワーディングの際の参照アドレス領域は一定であるため、スイッチング速度がネットワーク規模に影響を受けない。

【0363】

また、本フォワーディング方法では、ドメイン識別子を参照して、所望のドメインまでフレーム転送し、ドメイン内ではノード識別子を参照して、所望のノー

ドまでフレーム転送するため、各拡張タグ対応FDB4210～4221には、ドメイン数とドメイン内に含まれるエッジノード数分のエントリを持つだけよい。例えば、拡張タグ対応FDB4210には、ドメイン数=4とエッジノード数=1の合計5エントリを持つ。一般化すると、ドメイン数をX、各ドメイン内に含まれるエッジノード数をYとすると（簡単化のため、各ドメインには同数のエッジノードが含まれるとする）、各ノードの拡張タグ対応FDBのエントリ数は、 $X+Y$ を持つだけでよい。階層化しない場合には、全エッジノード数分のエントリが必要となり、 $X \times Y$ を持たなければならぬため、階層化により大幅なFDBエントリ数の削減が可能である。

【0364】

このように本フォワーディング方法では、先頭フォワーディングタグのみを参照しており、フォワーディング時の参照アドレス領域は変わらないため、スイッチング速度に関してネットワーク規模に対するスケーラビリティを有する。またFDBのエントリ数も大幅に削減できるため、FDBのメモリ量についてもネットワーク規模に対するスケーラビリティを有する。また、当然のことながら、宛先ノード識別子をキーとするタグフォワーディングを行なっているため、エッジノードに接続するホスト数分のMACアドレスエントリを縮退でき、FDBのメモリ量は大幅に削減されている。このタグフォワーディングによるメモリ削減効果に加えて、上記の利点を有している。

【0365】

<ドメイン境界がノードである実施の形態>

以降の実施の形態では、ノードがドメインの境界となる階層化ネットワーク3900におけるフォワーディングについて説明する。図44は階層化ネットワーク3900におけるフォワーディング例を示している。図43と同様にホストYからホストZにフレームが転送されており、その経路も同様であるとする。以降では図43との差分を中心に説明する。フォワーディング処理に関する各ノードのフローチャートは、階層化ネットワーク3800の場合と同様に図45、46、47となる。また、ノード構成は図48と同様である。

【0366】

<入口側エッジノードと中継ノード>

ホストYからのフレームを受信した入口側エッジノード3810はアドレス解決テーブル4200を参照して、MAC_Zに対するドメイン識別子01.3933、ノード識別子00.3821を得て（ステップF-2）、フォワーディングタグ2500-1、2に記述する（ステップF-3）。そして、拡張タグ対応FDB4310を参照して、ドメイン識別子01.3933に対する出力ポート#2を得て（ステップF-4）、取得したポートにフレーム転送する（ステップF-5）。中継ノード3811、3813、3814、3815はフレームを受信すると、拡張タグ対応FDB4311～4315を参照して、ドメイン識別子01.3933に対する出力ポートを得て（ステップG-2）、そのポートにフレームを出力する（ステップG-6）。

【0367】

<境界ノード>

ノード3815からのフレームを受信したノード3820の動作は以下の通りである。ノード3820は拡張タグ対応FDB4320を参照して、受信したフレームの先頭フォワーディングタグ2500-1に格納されるドメイン識別子01.3933に対する出力ポートを検索する（ステップG-2）。対応する出力ポートはポート#5であり、次ホップからドメイン3933であることを示すNEXTというエントリも併記されているため（ステップG-3）、フレーム及び出力ポート情報を拡張タグ削除回路に転送し（ステップG-4）、拡張タグ削除回路においてフォワーディングタグ2500-1を削除し、フォワーディングタグ2500-2を先頭にして（ステップG-5）、ポート#5にフレームを転送する（ステップG-6）。

【0368】

<出口側エッジノード>

ノード3820からのフレームを受信したノード3821は、拡張タグ対応FDB4321を参照して、フォワーディングタグ2500-2内のノード識別子00.3821に対する出力ポートが自ノードであることを示すENDを得る（ステップH-2）。そして、フレームを拡張タグ削除回路に転送し（ステップH

－3）、拡張タグ削除回路においてフォワーディングタグ2500-2を削除して（ステップH-4）、FDB4201を参照して、宛先MACアドレスMAC—#乙に対する出力ポート#2を得て（ステップH-5）、ポート#2にフレームを転送する（ステップH-6）。これにより、フレームはホスト乙に到着する。

【0369】

以上説明したように、ノードがドメイン境界となる図44の階層化ネットワークにおけるフォワーディング方法でも、図43のリンクがドメイン境界となる場合と同様に、先頭フォワーディングタグのみを参照して宛先の出口側エッジノードまでフレームを転送することが可能である。これにより、先頭フォワーディングタグのみの参照でフォワーディング時の参照アドレス領域は変わらないため、スイッチング速度はネットワーク規模に影響を受けない。またFDBのエントリ数も大幅に削減可能であり、メモリ量の点でもスケーラビリティを有する。したがって、階層化ネットワークによるネットワーク規模の拡大が可能であり、スケーラビリティを有する。

【0370】

<N段階層ネットワーク対応>

ここまで実施の形態では、2段階層の階層化ネットワークのみを説明したが、本実施の形態では、3段以上の任意の段数での階層化ネットワークについて説明する。N段の階層化ネットワークでは、図49のように拡張タグ格納領域2301にフォワーディングタグ2500-1～2500-Nを格納することにより対応可能である。この場合、先頭のフォワーディングタグ2500-1には最上位であるN段目の階層のドメイン識別子を格納し、二番目のフォワーディングタグ2500-2には(N-1)段目の階層のドメイン識別子を格納し、(N-1)番目のフォワーディングタグ2500-(N-1)には2段目の階層のドメイン識別子を格納し、N番目のフォワーディングタグ2500-Nには1段目の階層のノード識別子を格納する。

【0371】

図29のフレームフォーマットに従うとアドレスタイプ領域を4ビットであら

わすため、階層の段数は16段まで可能であり、アドレス領域を12ビットであらわすため、各階層ごとに4096ノードまで収容可能となる。アドレスタイプ領域2901、アドレス領域2902の分配を変えることにより、段数と階層毎のノード数を変更可能である。例えば、アドレスタイプ領域を3ビットで表す場合には、階層の段数は8段まで可能であり、アドレス領域は13ビットであらわすため、各階層ごとに8192ノードまで収容可能となる。

【0372】

3段以上の階層化ネットワークにおいても、フォワーディングの方法は前の実施の形態において図43、44で説明した方法と同様である。すなわち、入口側のエッジノードはアドレス解決テーブルを参照して、出口側のエッジノードの各階層のドメイン識別子、ノード識別子を取得し、フォワーディングタグに格納する。その後、入口側エッジノード及び中継ノードは先頭のフォワーディングタグを参照しながら最上位階層のドメインをフォワーディングする。そして宛先ドメインへの境界の中継ノードに到達すると、先頭フォワーディングタグを削除し、新たな先頭フォワーディングタグを参照しながら一つ下の階層の宛先ドメインへとフォワーディングする。そしてこの階層の宛先ドメインへの境界ノードに到達すると、フォワーディングタグを削除する。この動作を繰り返すことにより、最下位の階層に達すると、宛先ノード識別子が格納された最下段フォワーディングタグを参照してフォワーディングすることにより、宛先の出口側エッジノードまで到達可能である。

【0373】

(拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム構成)

図25～図30を用いて、本発明による他の拡張タグ付きイーサネット(R)フレームを説明する。

【0374】

図25は、図31に示したイーサネット(R)フレーム100を変換対象とする拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム300の構成を示している。

【0375】

拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム300は、送信先MACアドレス1

01と送信元MACアドレス102と拡張タグ格納領域310とイーサ属性識別子104とペイロード105とFCS106の情報領域から構成される。送信先MACアドレス101と送信元MACアドレス102とイーサ属性識別子104とペイロード105には、変換対象となるイーサネット（R）フレーム100からそれぞれ継承する情報が格納される。FCS106には、拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム300全体を対象としたエラーチェック情報が格納されている。

【0376】

拡張タグ格納領域310には、ネットワーク制御あるいはネットワーク管理のための情報が格納されている。拡張タグ格納領域310はイーサネット（R）フレーム100のネットワーク分離識別子103の格納領域にマッピングされる。そのため、拡張タグ格納領域310の情報領域の幅ならびに位置はネットワーク分離識別子103と同一である。

【0377】

ネットワーク分離識別子103は上記16ビットがタグプロトコル識別子（T P I D）となっており固有の値（0x8100）が収容されるため、拡張タグ格納領域310とネットワーク分離識別子103とを同一構成とする場合には、T P I D値を変更することによって両者を区別する。また、拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム300を利用していることが分かっているネットワークでは、拡張タグ格納領域310はT P I D値を自由に設定してネットワーク分離識別子103の格納領域を自由に利用してもかまわない。

【0378】

図26は、イーサネット（R）フレーム100あるいはネットワーク分離識別子103を省いたイーサネット（R）フレーム100を変換対象とする拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム400の構成を示している。

【0379】

拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム400は、送信先MACアドレス101と送信元MACアドレス102と拡張タグ格納領域310とネットワーク分離識別子103とイーサ属性識別子104とペイロード105とFCS106の

情報領域から構成される。

【0380】

送信先MACアドレス101と送信元MACアドレス102とネットワーク分離識別子103とイーサ属性識別子104とペイロード105には、入力されたイーサネット（R）フレーム100からそれぞれ継承する情報群が格納されている。ただし、変換対象とするイーサネット（R）フレーム100にネットワーク分離識別子103がない場合には、ネットワーク分離識別子103は必ずしも必要ではない。FCS106には、拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム400全体を対象としたエラーチェック情報が格納されている。

【0381】

拡張タグ格納領域310には、ネットワーク制御あるいはネットワーク管理のための情報が格納されている。拡張タグ格納領域310は、図26上では送信元MACアドレス102とイーサ属性識別子104との間に配置されているが、ペイロード105の前であればイーサネット（R）フレーム100のいずれの位置に配置されてもよい。

【0382】

以降では、ネットワーク分離識別子103の有無あるいは拡張タグ格納領域310の配置にかかわらず、変換対象をイーサネット（R）フレーム100あるいはネットワーク分離識別子103を省いたイーサネット（R）フレーム100とした拡張タグ格納領域310を含むフレームを拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム400と記述する。

【0383】

図27は、Multi-Protocol Label Switch (MPLS) やFrame Relay (FR)などのフレームあるいはIPパケットなど非イーサネット（R）系のフレーム／パケット501を変換対象とした拡張タグ付きフレーム500の構成を示している。拡張タグ付きフレーム500は、変換対象となるフレーム／パケット501の中のある決められた位置に拡張タグ格納領域310を挿入して構成される。拡張タグ格納領域310には、ネットワーク制御あるいはネットワーク管理のための情報が格納されている。

【0384】

拡張タグ格納領域310には、拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム300、400、拡張タグ付きフレーム500の転送先ノード識別子あるいは転送先ノードへ転送されるためのラベル情報などのフォワーディング情報や、カスタマあるいはカスタマグループ単位にネットワークを分離するためのカスタマ分離情報や、障害情報や障害復旧のための迂回経路情報を示すプロテクション情報や、運用／管理情報を示すOAM&P（Operation，Administration，Management & Provisioning）情報や、ネットワーク内での拡張タグ付きイーサネット（R）フレームの生存時間を制限するTTL（Time to Live）やタイプスタンプなどの拡張情報や、遅延、ジッタ、パケットロス率などの品質情報などのネットワーク情報のすべてあるいはいずれかの情報が格納される。これらのネットワーク情報は同一種類であっても複数の情報を同時に付加することもできる。

【0385】

図28～図30は、拡張タグ格納領域310の詳細な構成例を示している。

【0386】

図28の拡張タグ格納領域310は、拡張タグ情報識別子610と、拡張タグ情報長識別子611と、拡張タグ構成識別子612と、拡張タグ情報領域613と、CRC614とから構成される。

【0387】

拡張タグ情報識別子610は、拡張タグ格納領域310であることを明示する識別子である。拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム300、400、拡張タグ付きフレーム500において拡張タグ格納領域310が存在することが予め分かっていれば、拡張タグ情報識別子610は省略可能である。

【0388】

拡張タグ情報長識別子611は、拡張タグ格納領域310の長さを示している。ここで表示される長さは、拡張タグ格納領域310全体の長さでもよいし、拡張タグ構成識別子612と拡張タグ情報領域613とCRC614のみの長さでもかまわない。拡張タグ格納領域310の長さが予め固定されていたり、拡張タ

グ情報領域613に格納されるネットワーク拡張タグ620に明示的な情報長が格納されたり、あるいは拡張タグ情報領域614に格納される情報が予め決められた長さであったりする場合には、拡張タグ情報長識別子611を省略可能である。

【0389】

拡張タグ構成識別子612は、拡張タグ格納領域310の構成を示す識別子である。拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム300、400、拡張タグ付きフレーム500において拡張タグ格納領域310の構成が予め分かっていれば、拡張タグ構成識別子612は省略可能である。

【0390】

拡張タグ情報領域613は、ネットワーク情報を格納する拡張タグ620-1, Nを収容する領域である。拡張タグ620-1, Nは複数収容可能である。

【0391】

CRC614は拡張タグ格納領域310のCRC演算結果を格納する領域である。このCRC614は省略することもできる。CRC614を省略する場合、拡張タグ情報長識別子611に格納される値は、CRC614領域の長さを含む必要はない。

【0392】

図29は、拡張タグ情報領域613に収容される拡張タグ620の構成である。

【0393】

拡張タグ620は、ネットワーク情報識別子710-1, Nとネットワーク情報長識別子711-1, Nとネットワーク情報領域712-1, NとCRC713-1, Nから構成される。

【0394】

ネットワーク情報識別子710-1, Nは、上述した各種ネットワーク情報の中でネットワーク情報領域712-1, Nに格納するネットワーク情報の種別を示している。

【0395】

ネットワーク情報長識別子711-1, Nはネットワーク情報識別子710-1, Nとネットワーク情報長識別子711-1, Nとネットワーク情報領域712-1, Nを合算した長さあるいはネットワーク情報領域712-1, Nの長さが格納されている。ネットワーク情報識別子710-1, Nとネットワーク情報領域712-1, Nの長さが固定であれば、ネットワーク情報長識別子711-1, Nは必要ない。

【0396】

ネットワーク情報領域712-1, Nには、上述した各種ネットワーク情報の中でネットワーク情報識別子710-1, Nで明示されたひとつの情報が格納される。

【0397】

CRC713-1, Nは拡張タグ620-1, NのCRC演算結果を格納する領域である。このCRC713-1, Nは省略されてもかまわない。

【0398】

拡張タグ情報領域613に格納される位置がネットワーク情報種別ごとに予め決まっている場合には、ネットワーク情報識別子710-1, N、ネットワーク情報長識別子711-1, Nは省略可能である。

【0399】

図30は、拡張タグ情報領域613に収容される他の拡張タグ820-1, Nの構成である。

【0400】

拡張タグ820-1, Nは、ネットワーク情報識別子710-1, Nとスタック情報810-1, Nとネットワーク情報長識別子811-1, Nとネットワーク情報領域712-1, NとCRC812-1, Nとから構成される。

【0401】

ネットワーク情報識別子710-1, Nとネットワーク情報領域712-1, Nは上述のとおりである。

【0402】

スタック情報810-1, Nは、その拡張タグ820-1, Nの次に拡張タグ

820-1, Nが存在するか否かを示す識別子である。スタック情報810-1, Nがフラグ形式である場合には、次の拡張タグ820-1, Nの有無をフラグにより記述する（例えば、次の拡張タグ820-1, NがあればONフラグをたて、なければOFFフラグを立てる）。またスタック情報810-1, Nがカウンタ形式の場合もある。降順のカウンタを用いて拡張タグ820-1, Nのスタック位置を示している（N段スタックされていれば、先頭の拡張タグ820-1のスタック情報810-1がNでN個目の拡張タグ820-Nのスタック情報810-Nが1）とすれば、スタック情報810-1, Nが1である拡張タグ820-1, Nが拡張タグ情報領域613の区切りとなる。逆に昇順のカウンタを用いて拡張タグ820-1, Nのスタック位置を示している（N段スタックされていれば、先頭の拡張タグ820-1のスタック情報810-1が1でN個目の拡張タグ820-Nのスタック情報810-NがN）とすれば、スタック情報810-1, Nが1である拡張タグ820-1, Nが拡張タグ情報領域613の区切りとなる。

【0403】

ネットワーク情報長識別子811-1, Nはネットワーク情報識別子710-1, Nとスタック情報810-1, Nとネットワーク情報長識別子811-1, Nとネットワーク情報領域712-1, Nを合算した長さあるいはネットワーク情報領域712-1, Nの長さが格納されている。ただし、ネットワーク情報領域712は固定長である場合には、ネットワーク情報長識別子811は不要である。

【0404】

CRC812-1, Nは拡張タグ820-1, NのCRC演算結果を格納する領域である。このCRC812-1, Nは省略されてもかまわない。

【0405】

このように拡張タグを新たに追加することによって、既存イーサネット(R)フレームの送信先MACアドレス、送信元MACアドレスの配置を変更しないで相互接続を保ったまま、イーサフレームに不足していた情報を付加することができる。

【0406】

本発明のネットワークにおけるノードの構成要素である各手段の機能については、それをハードウェア的に実現することは勿論として、上記した各手段の機能を実行するフレーム転送プログラム（アプリケーション）950をコンピュータ処理装置のメモリにロードしてコンピュータ処理装置を制御することで実現することができる。このフレーム転送プログラム950は、磁気ディスク、半導体メモリその他の記録媒体に格納され、その記録媒体からコンピュータ処理装置にロードされ、コンピュータ処理装置の動作を制御することにより、上述した各機能を実現する。

【0407】

以上好ましい実施の形態をあげて本発明を説明したが、本発明は必ずしも上記実施の形態に限定されるものではなく、その技術的思想の範囲内において様々に変形して実施することができる。

【0408】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、拡張タグ付きイーサネット（R）フレーム及びそれを処理するノードでは、拡張タグに送信先ノード識別子を格納し、拡張タグを参照してフォワーディングする。従って、送信先ノード識別子は12ビットであることから、イーサネット（R）の48ビットMACアドレスを用いたフォワーディングと比べて1エントリあたりのサイズが縮小することにより、FDBのメモリ量を大幅に削減することができる。

【0409】

また、宛先MACアドレス、VLANが異なるイーサネット（R）フレームであっても送信先ノードが同一であれば、フォワーディング用拡張タグに収容される送信先ノード識別子は同一となるため、FDBのエントリ数を削減できることにより、FDBのメモリ量を削減できる。この両方の理由により、ブリッジのFDBのメモリ量を大幅に削減できる。

【0410】

本発明の拡張タグによるフォワーディングは、従来の48ビットの送信先MA

Cアドレスの完全マッチングによるフォワーディング先検索と比べて参照領域が大幅に削減されるため、検索の簡易化／高速化できることにより、高速フォワーディングが可能という効果もある。

【0411】

さらに、本発明の拡張タグ付きイーサネット（R）フレームは、既存のノードが参照する送信先MACアドレス、送信元MACアドレスの配置を変更していないため、既存のノードは拡張タグ付きイーサネット（R）フレームを透過することができ、既存ノードとの親和性／接続性がよいという効果も有する。

【0412】

さらに、本発明によれば、出口側エッジノードに接続する複数のホストを出口側エッジノードのノード識別子で代表してフォワーディングすることにより、特に中継ノードのFDBのメモリ量を大幅に削減できると共に、出口側エッジノードでは同一カスタマに所属する複数のホストをカスタマIDでグルーピングして、出力ポートを決定することにより、接続ホストのMACアドレス学習を行なう必要が無いという効果が得られる。

【0413】

さらにまた、階層化ネットワークにおけるフォワーディングによれば、宛先ノード識別子をキーとするタグフォワーディングを行なっているため、エッジノードに接続するホスト数分のMACアドレスエントリを縮退でき、FDBのメモリ量は大幅に削減されるというメモリ削減効果に加えて、先頭フォワーディングタグのみを参照しており、フォワーディング時の参照アドレス領域は変わらないため、スイッチング速度に関してネットワーク規模に対するスケーラビリティを有する。またFDBのエントリ数も大幅に削減できるため、FDBのメモリ量についてもネットワーク規模に対するスケーラビリティを有するといった効果が得られる。

【0414】

拡張タグフレームフォーマットを、Priority／タグTypeフィールドにおいて、既存のVLANタグのPriorityフィールドにおけるPriority値の一部を拡張タグの種別情報として用いることにより、拡張タグを

既存イーサネット（R）スイッチに透過することができ、相互接続性を有する。

【0415】

また、本発明では、ブロードキャストフレームまたはUnknownユニキャストフレームに対して、入口側エッジノードのノード識別子をブロードキャストフォワーディングタグに格納し、中継ノードではブロードキャストフォワーディングタグ内のノード識別子に基づきフレーム転送を行なうことにより、従来ノードではFDBのMACアドレスサーチが伴っていたのに対して、本発明ではMACアドレスサーチの必要はなく、タグに格納されるノード識別子に基づき出力ポートを決定するため、メモリ量を大幅に削減できるとともに高速フォワーディングが可能となる。

【0416】

さらに、本発明のノードは、通常のVLANタグ付きイーサネット（R）フレームが入力された場合でも、タグに基づきフレーム転送することができるので、メモリ量を大幅に削減できるとともに高速フォワーディングが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 従来のVLANタグ付きイーサネット（R）フレームの構成例を示す図である。

【図2】 本発明の拡張タグ付きイーサネット（R）フレームの構成例を示す図である。

【図3】 本発明の拡張タグ付きイーサネット（R）フレームの他の構成例を示す図である。

【図4】 本発明の拡張タグ格納領域の構成例を示す図である。

【図5】 本発明の拡張タグ格納領域の構成例を示す図である。

【図6】 本発明の拡張タグの構成例を示す図である。

【図7】 本発明の拡張タグ識別領域の構成例を示す図である。

【図8】 従来のVLANタグの構成例を示す図である。

【図9】 本発明の拡張タグ情報領域の構成例を示す図である。

【図10】 本発明の第1の実施の形態による拡張タグ付きイーサネット（R）フレームを生成及び転送するノードの構成図である。

【図11】 本発明の第2の実施の形態による拡張タグ付きイーサネット（R）フレームを生成及び転送するノードの構成図である。

【図12】 本発明の拡張タグ生成回路の構成図である。

【図13】 本発明のフレーム属性情報／ネットワーク情報対応テーブルの構成図である。

【図14】 本発明の拡張タグ削除回路の構成図である。

【図15】 本発明の拡張タグ処理回路の構成図である。

【図16】 本発明の拡張タグ情報テーブルの構成図である。

【図17】 本発明の拡張タグフレームスイッチの構成図である。

【図18】 本発明の拡張タグフォワーディング器の構成図である。

【図19】 本発明の拡張タグ経路探索器の構成図である。

【図20】 本発明の他の拡張タグフォワーディング器の構成図である。

【図21】 本発明のフォワード／ネットワーク情報テーブルの構成図である。

【図22】 従来のフォワーディング方法を説明する図である。

【図23】 本発明のフォワーディング方法を説明する図である。

【図24】 本発明の拡張タグ付きイーサネット（R）フレームの構成図である。

【図25】 本発明の拡張タグ付きイーサネット（R）フレームの構成図である。

【図26】 本発明の他の拡張タグ付きイーサネット（R）フレームの構成図である。

【図27】 本発明の他の拡張タグ付きイーサネット（R）フレームの構成図である。

【図28】 本発明の拡張タグの構成図である。

【図29】 本発明の拡張タグ情報領域の構成図である。

【図30】 本発明の他の拡張タグ情報領域の構成図である。

【図31】 従来の標準的なイーサネット（R）フレームの構成を示す図である。

【図32】 従来のイーサネット(R)フレームの転送を行うノードの構成を示す図である。

【図33】 ネットワークの入口側のエッジノードにおける本発明によるフォワーディング処理の内容を説明するフローチャートである。

【図34】 ネットワークの中継ノードにおける本発明によるフォワーディング処理の内容を説明するフローチャートである。

【図35】 ネットワークの出口側のエッジノードにおける本発明によるフォワーディング処理の内容を説明するフローチャートである。

【図36】 本発明のカスタマ分離タグを用いた場合のフォワーディング方法を説明する図である。

【図37】 本発明のカスタマ分離タグを用いたフォワーディング方法における入口側エッジノードのフローチャートである。

【図38】 本発明のカスタマ分離タグを用いたフォワーディング方法における出口側エッジノードのフローチャートである。

【図39】 本発明の階層化ネットワークを示す図である。

【図40】 本発明の他の階層化ネットワークを示す図である。

【図41】 本発明の階層化ネットワークにおけるフレームフォーマットを示す図である。

【図42】 本発明の階層化ネットワークにおけるフォワーディングタグの構成図である。

【図43】 本発明の階層化ネットワークにおけるフォワーディング方法を説明する図である。

【図44】 本発明の他の階層化ネットワークにおけるフォワーディング方法を説明する図である。

【図45】 本発明の階層化ネットワークにおける入口側エッジノードのフォワーディング処理に関するフローチャートである。

【図46】 本発明の階層化ネットワークにおける中継ノードのフォワーディング処理に関するフローチャートである。

【図47】 本発明の階層化ネットワークにおける出口側エッジノードのフォ

ワーディング処理に関するフローチャートである。

【図48】本発明の階層化ネットワークにおけるノード構成図である。

【図49】本発明の3段以上の階層化ネットワークにおけるフレームフォーマットを示す図である。

【図50】本発明の他の拡張タグのフォーマットを示す図である。

【図51】従来のブロードキャスト転送方法を示す図である。

【図52】本発明のブロードキャスト転送方法を示す図である。

【図53】本発明の入口側エッジノードのブロードキャスト転送処理に関するフローチャートである。

【図54】本発明の中継ノードのブロードキャスト転送処理に関するフローチャートである。

【図55】本発明の出口側エッジノードのブロードキャスト転送処理に関するフローチャートである。

【図56】本発明の拡張タグ付きイーサネット（R）フレームと通常VLA Nタグ付きイーサネット（R）フレーム混在時のフレーム転送方法を示す図である。

【符号の説明】

100 イーサネット（R）フレーム

101、2201 送信先MACアドレス

102、2202 送信元MACアドレス

103 ネットワーク分離識別子

104、2204 イーサ属性識別子

105、2205 ペイロード

106、2206 FCS

200 ノード

201-in、202-in、203-in、901-in、902-in

、903-in 入力ポート

201-out、202-out、203-out、901-out、902-out、903-out 出力ポート

210 ラーニングモジュール

220 FDB

230 MACスイッチ

300、400、2300、2400 拡張タグ付きイーサネット (R)

フレーム

500 拡張タグ付きフレーム

310、2301 拡張タグ格納領域

501、501-1、501-2 フレーム／パケット

610 拡張タグ識別子

611 拡張タグ情報長識別子

612 拡張タグ構成識別子

613 拡張タグ情報領域

614、713-1、713-N、812-1、812-N CRC

620-1、620-N、820-1、820-N 拡張タグ

710-1、710-N ネットワーク情報識別子

711-1、711-N、811-1、811-N ネットワーク情報長
識別子

712-1、712-N ネットワーク情報領域

810-1、810-N スタック情報

900、1000 ノード

910、1010 拡張タグ生成回路

920、921、922、1020、1021、1022 拡張タグ処理
回路

930 拡張タグフレームスイッチ

940、1040 拡張タグ削除回路

1110 フレーム属性抽出器

1120 拡張タグ生成器

1130、1320 フレーム変換器

1140、1330、1440、2040 FCS計算器

1210 フレーム属性情報／ネットワーク情報対応テーブル

1211 フレーム属性情報

1212、1212-1、1212-2、1212-N ネットワーク情報
報

1220 拡張タグ生成部

1310、1410 拡張タグ分離器

1420 拡張タグ処理器

1430 拡張タグフレーム構成器

1510 拡張タグ情報テーブル

1511 入力ネットワーク情報

1512、2113 収集情報

1513、2114 ネットワーク処理情報

1520 拡張タグ再構成器

1610、1611、1612 拡張タグフォワーディング器

1620 パケットスイッチ

1710、2010 拡張タグ抽出器

1720 拡張タグ経路探索器

1810 フォワーディングテーブル

1811、2111 入力フォワーディング情報

1812、2112 出力ポート情報

1820 フォワーディング経路探索部

2020 拡張タグフォワーディング処理器

2030 拡張タグフレーム構成器

2110 フォワード／ネットワーク情報テーブル

2111 入力フォワーディング情報

2120 フォワーディング処理部

2203 VLANタグ

2500 フォワーディングタグ

2601 拡張タグ識別領域

2602 拡張タグ情報領域

2700 フォワーディングタグ表示ビット

2701 領域終点表示ビット

2702 予約ビット

2703 VLANタグ／拡張タグ表示ビット

2704 タグ識別表示領域

2705 レーム制御情報格納領域

2800 TCI

2801 TPID

2901 アドレスタイプ領域

2902 アドレス領域

200-1、200-2、200-3、200-4、200-5、200-
6、200-7、900-1、900-2、900-3、900-4、900-
5、900-6、900-7、3810、3811、3812、3813、38
14、3815、3816、3817、3818、3819、3820、382
1 ノード

X、A、B、C、D ホスト

3001、3002、3003、3004、4201 FDB

3101、3501、4200 アドレス解決テーブル

3102、3102、3103、3104、3105、3506、4210
、4211、4213、4214、4215、4220、4221、4310、
4311、4313、4314、4315、4320、4321 拡張タグ対
応FDB

3800、3900 階層化ネットワーク

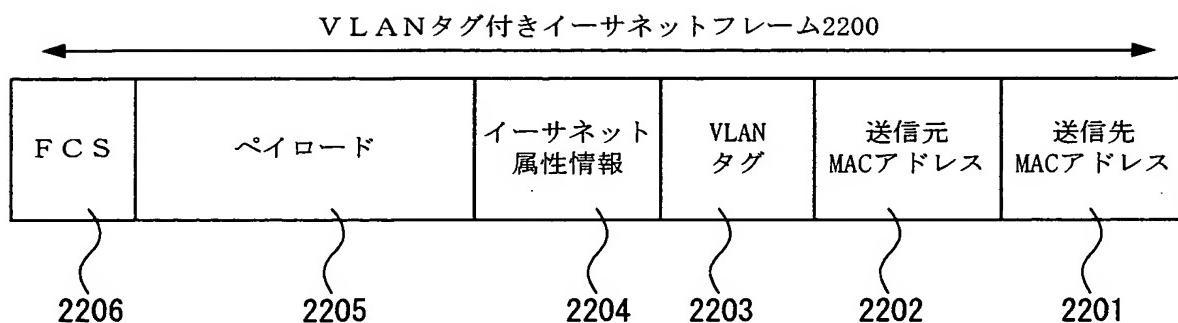
3801 第一階層ネットワーク

3802、3902 第二階層ネットワーク

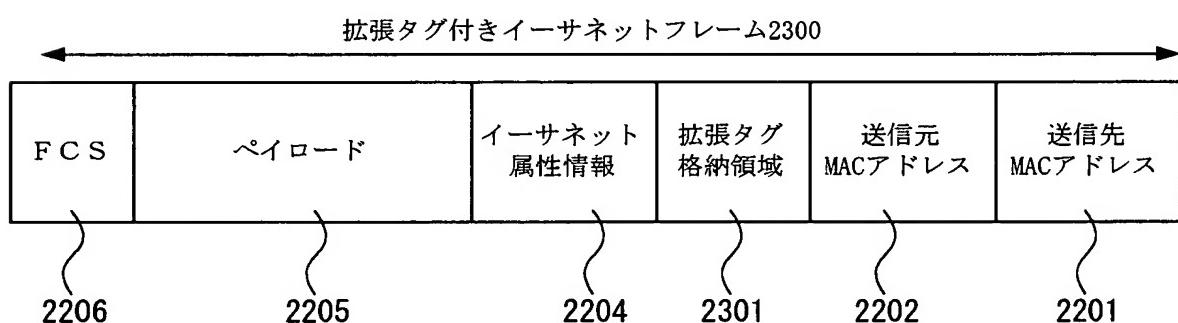
3830、3831、3832、3833、3930、3931、3932
、3933 ドメイン

【書類名】 図面

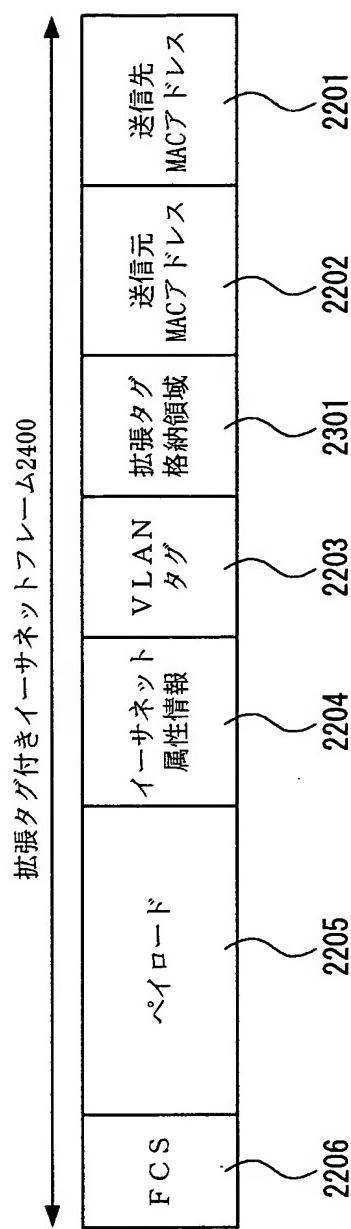
【図1】



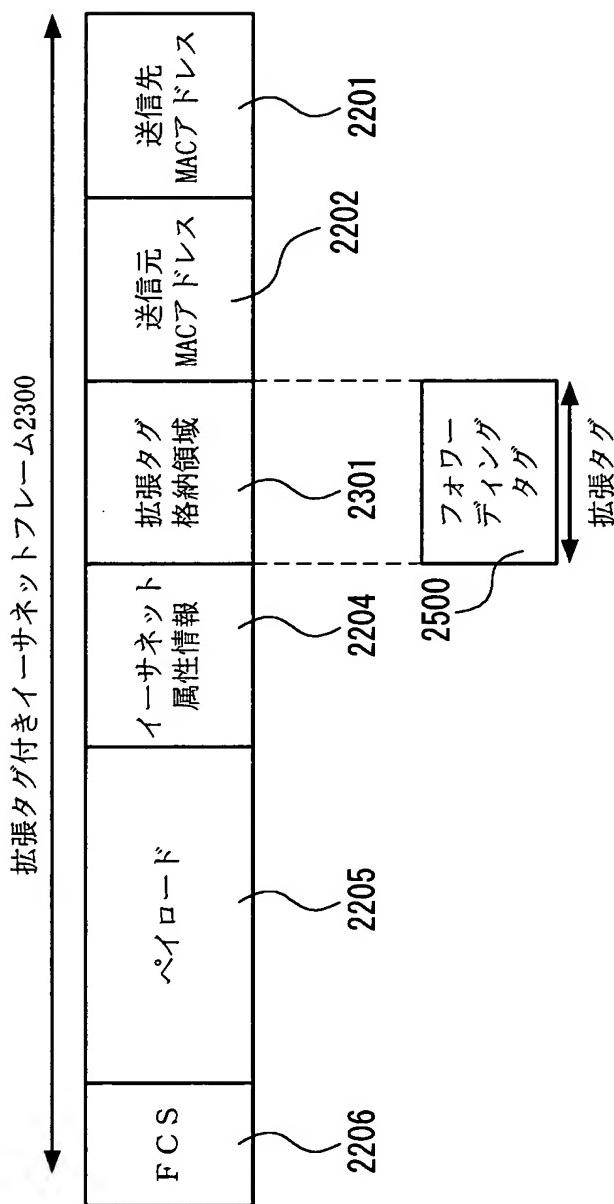
【図2】



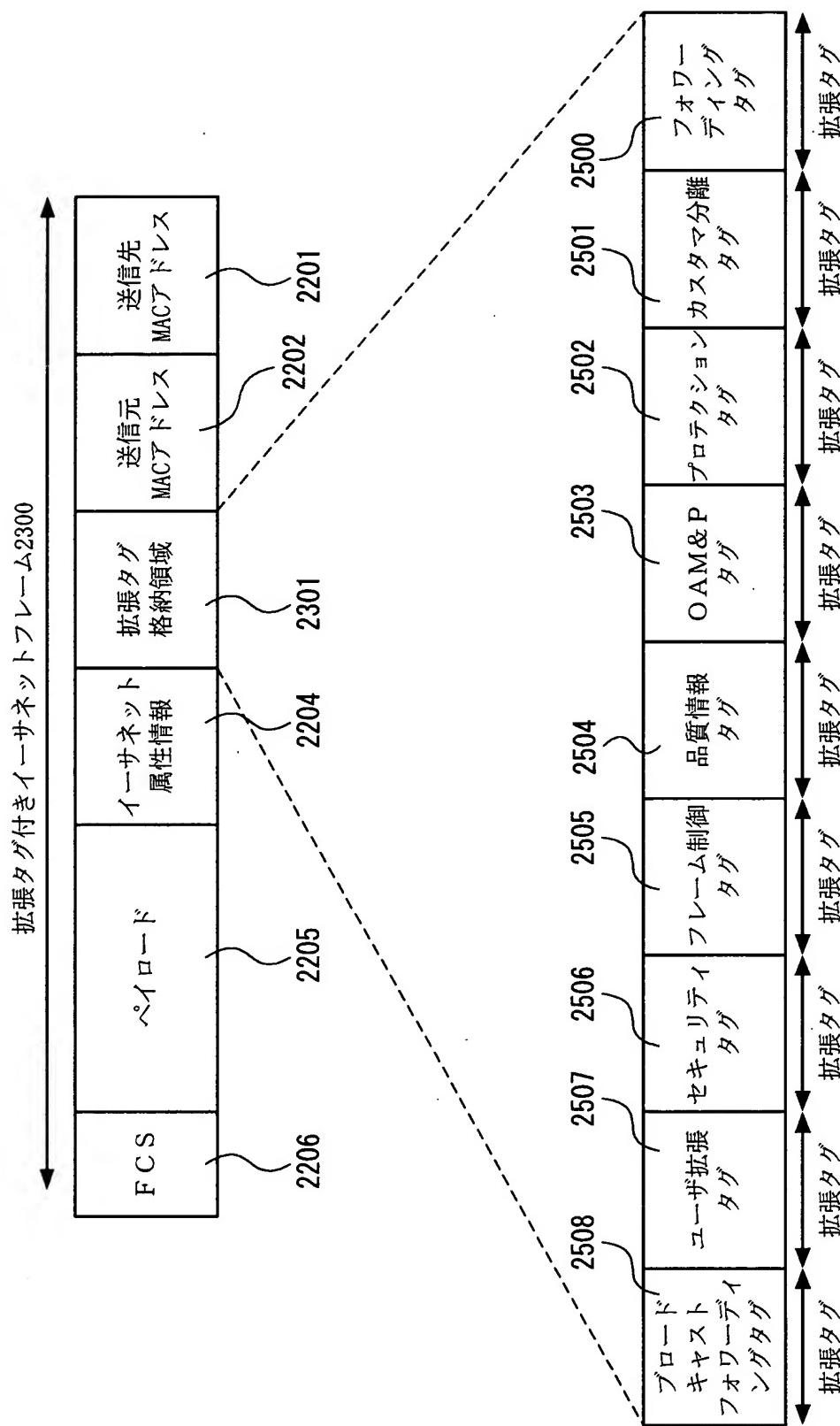
【図3】



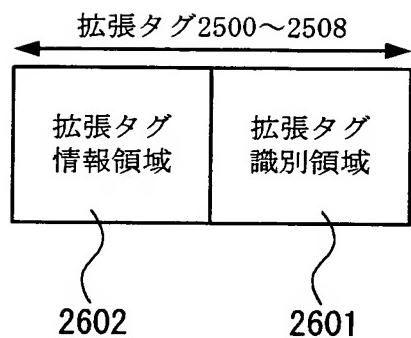
【図4】



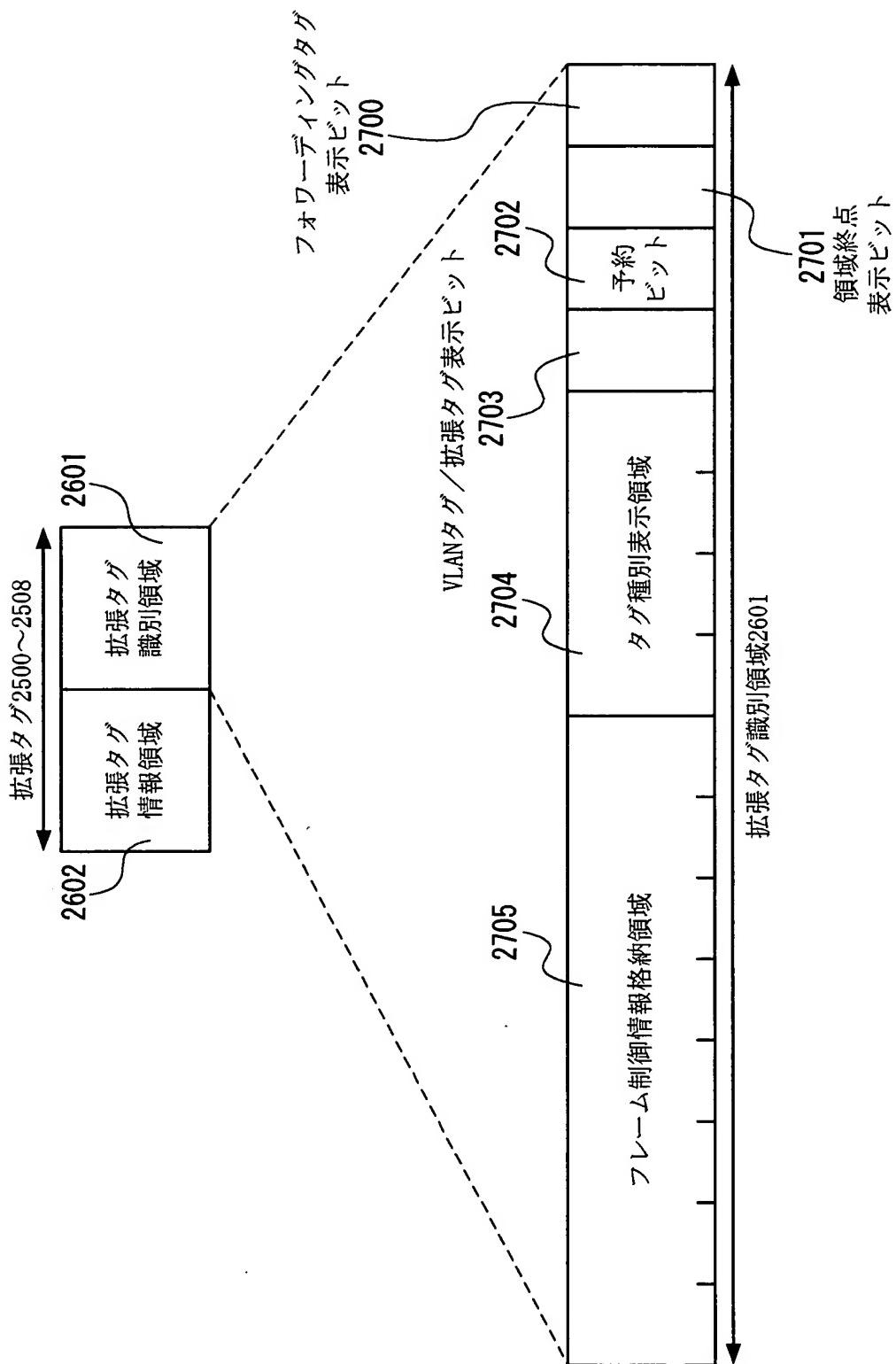
【図5】



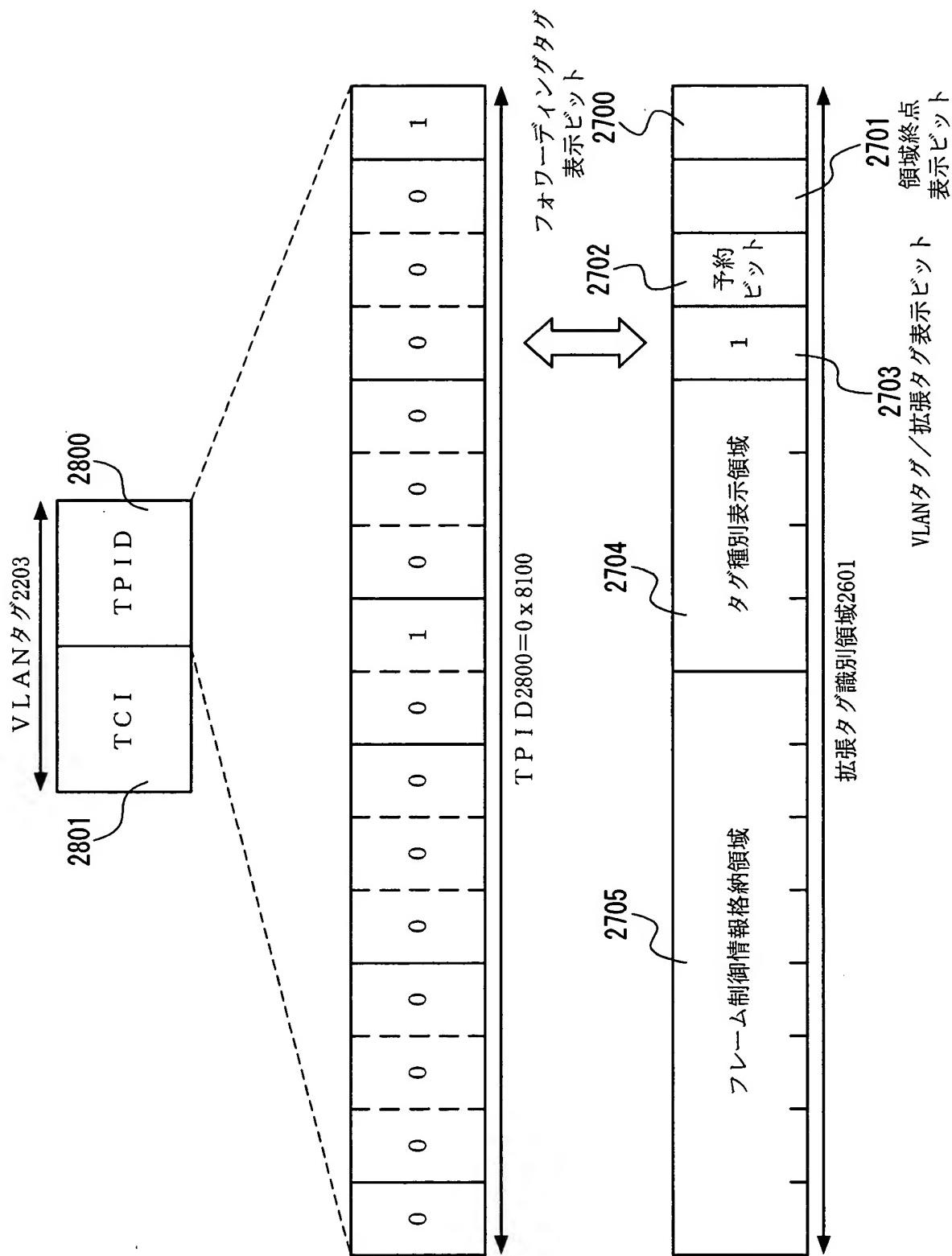
【図6】



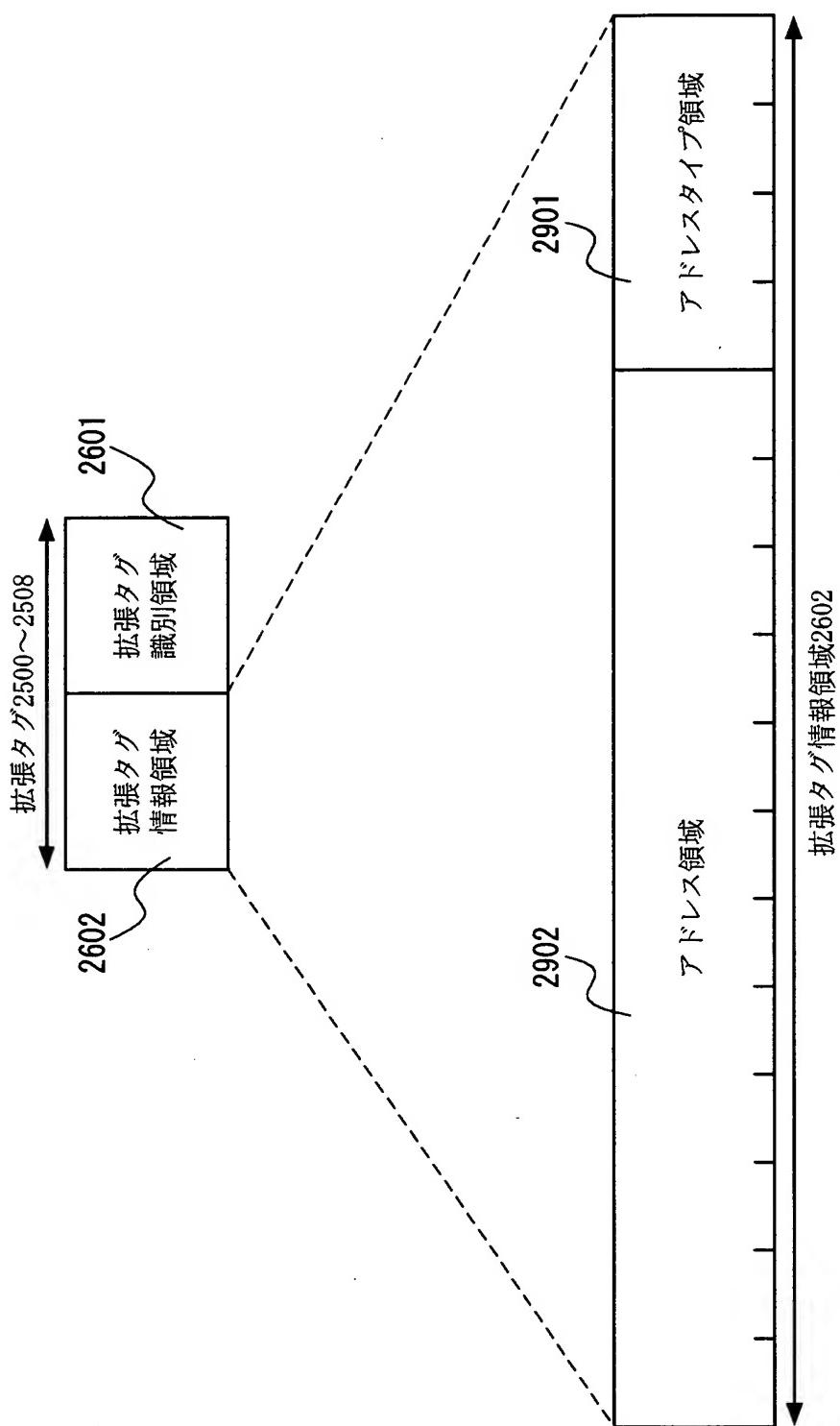
【図7】



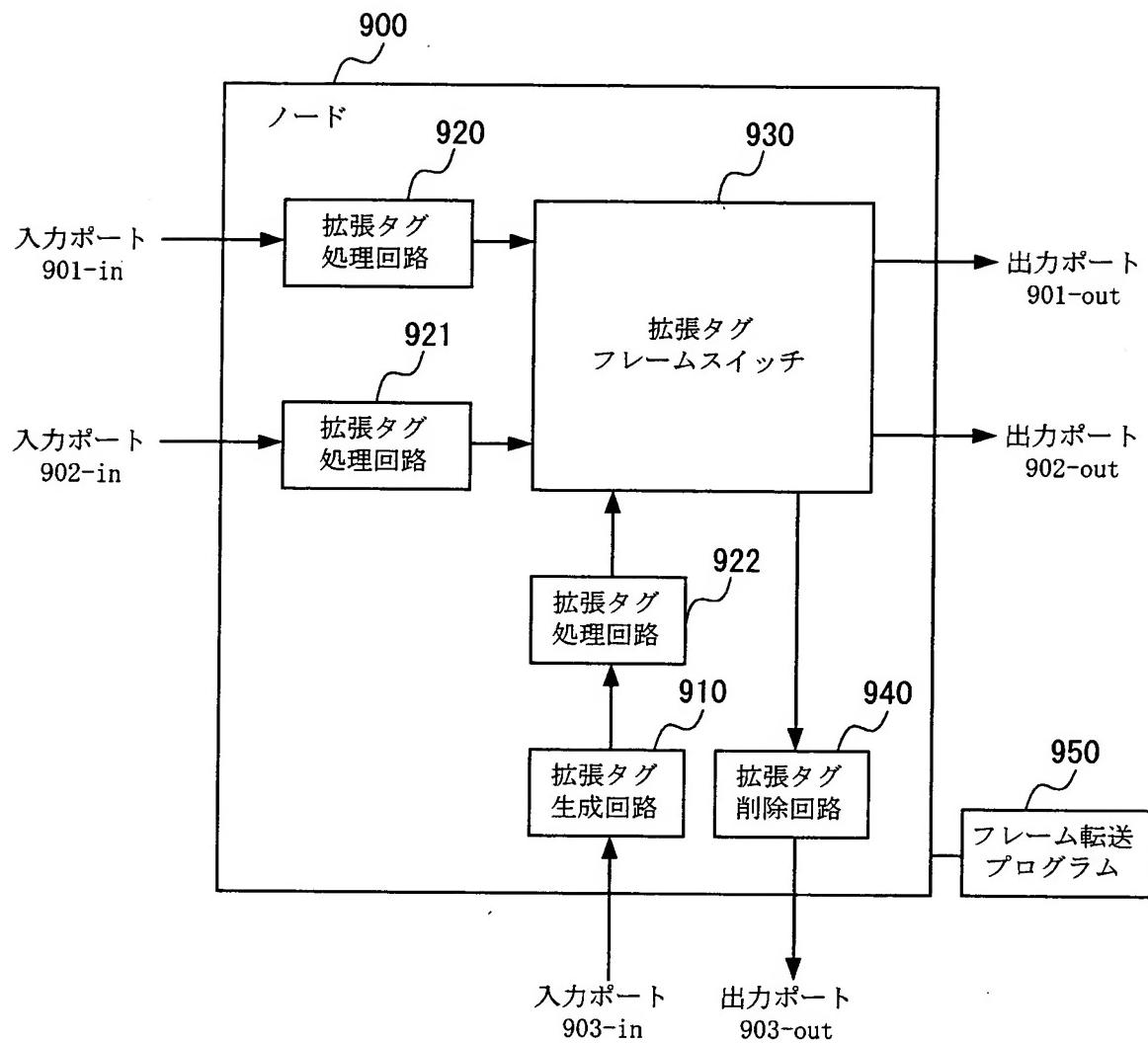
【図8】



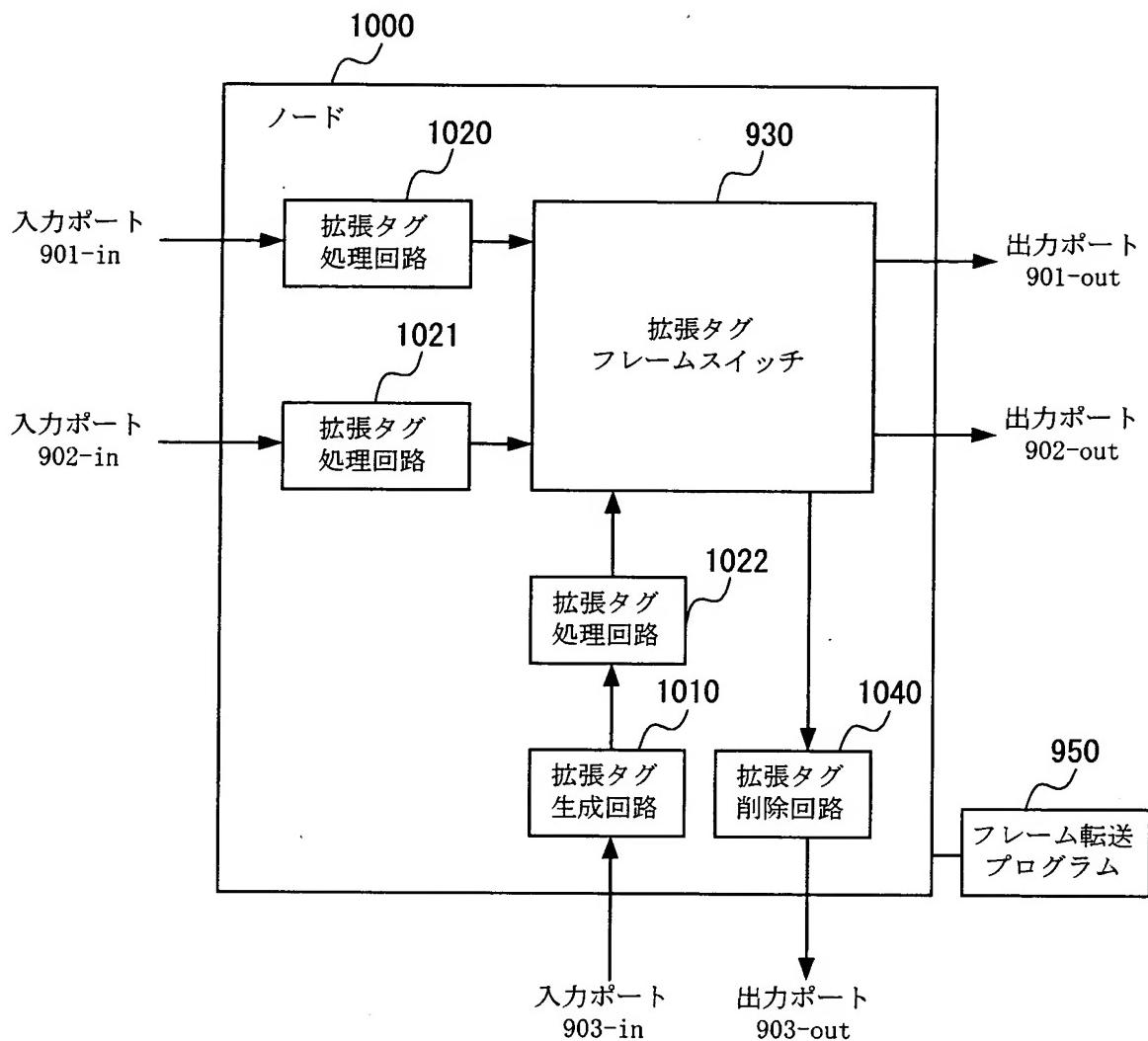
【図9】



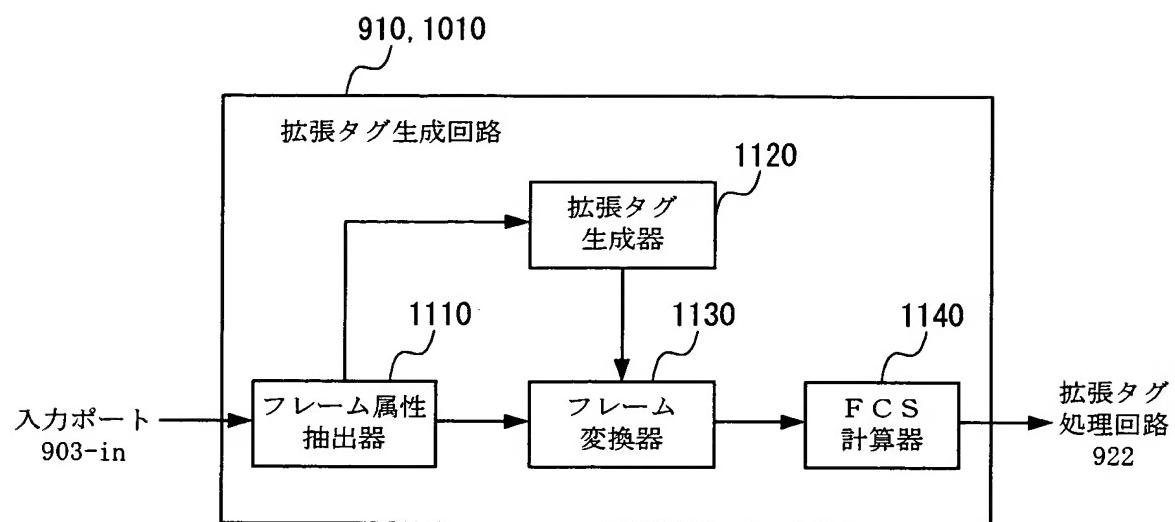
【図10】



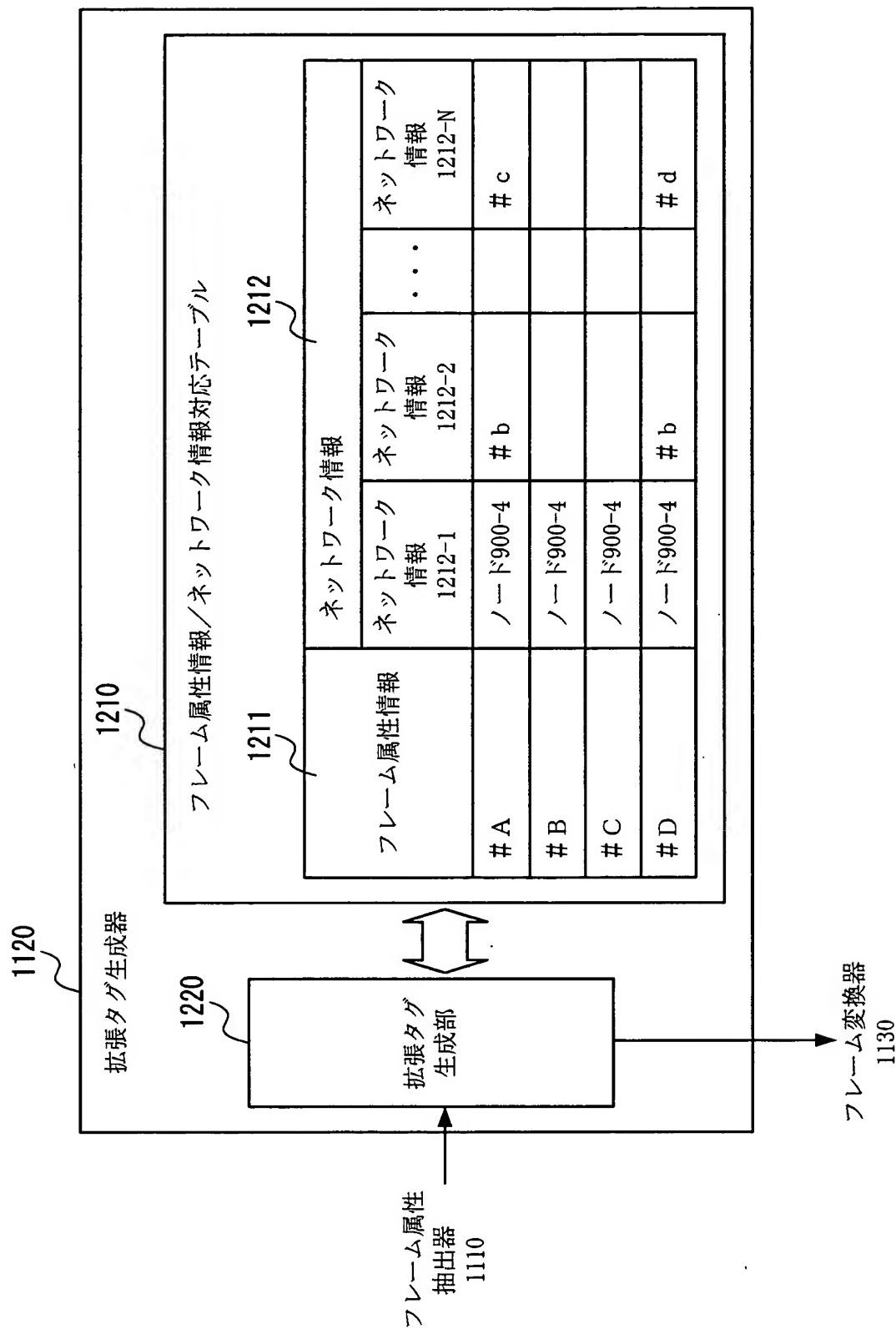
【図11】



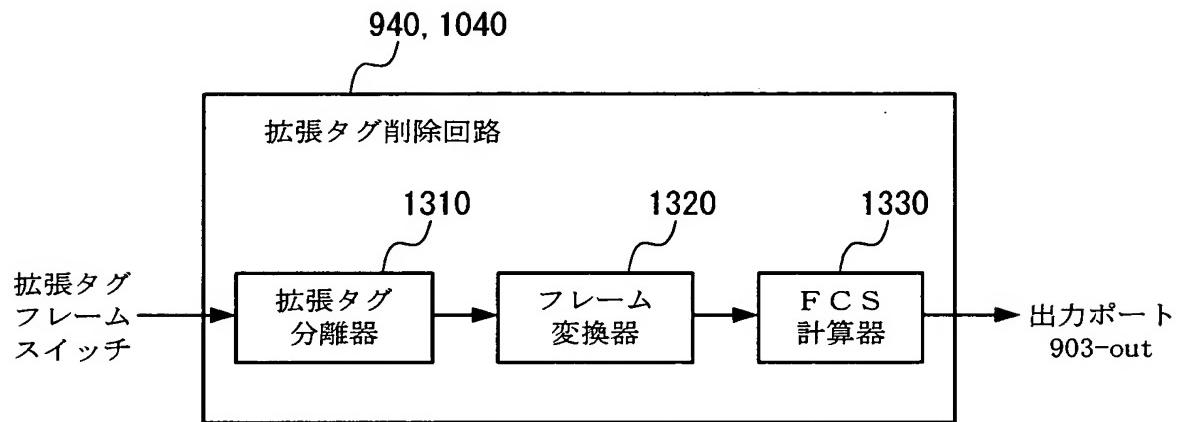
【図12】



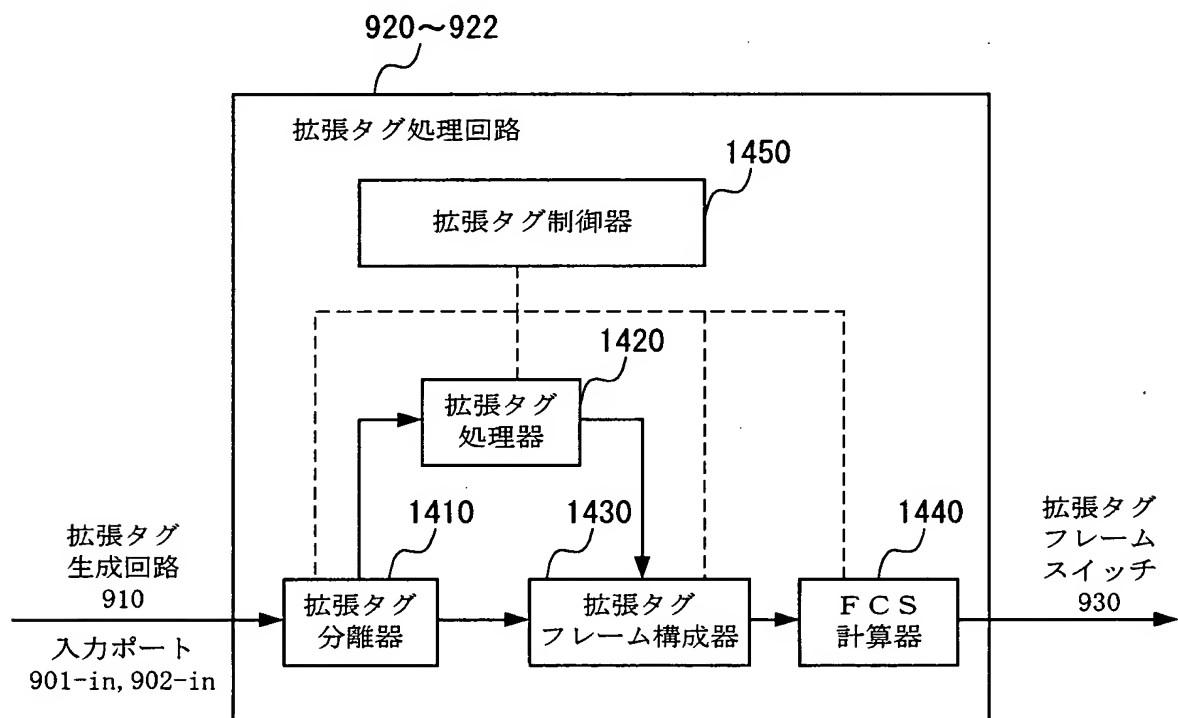
【図13】



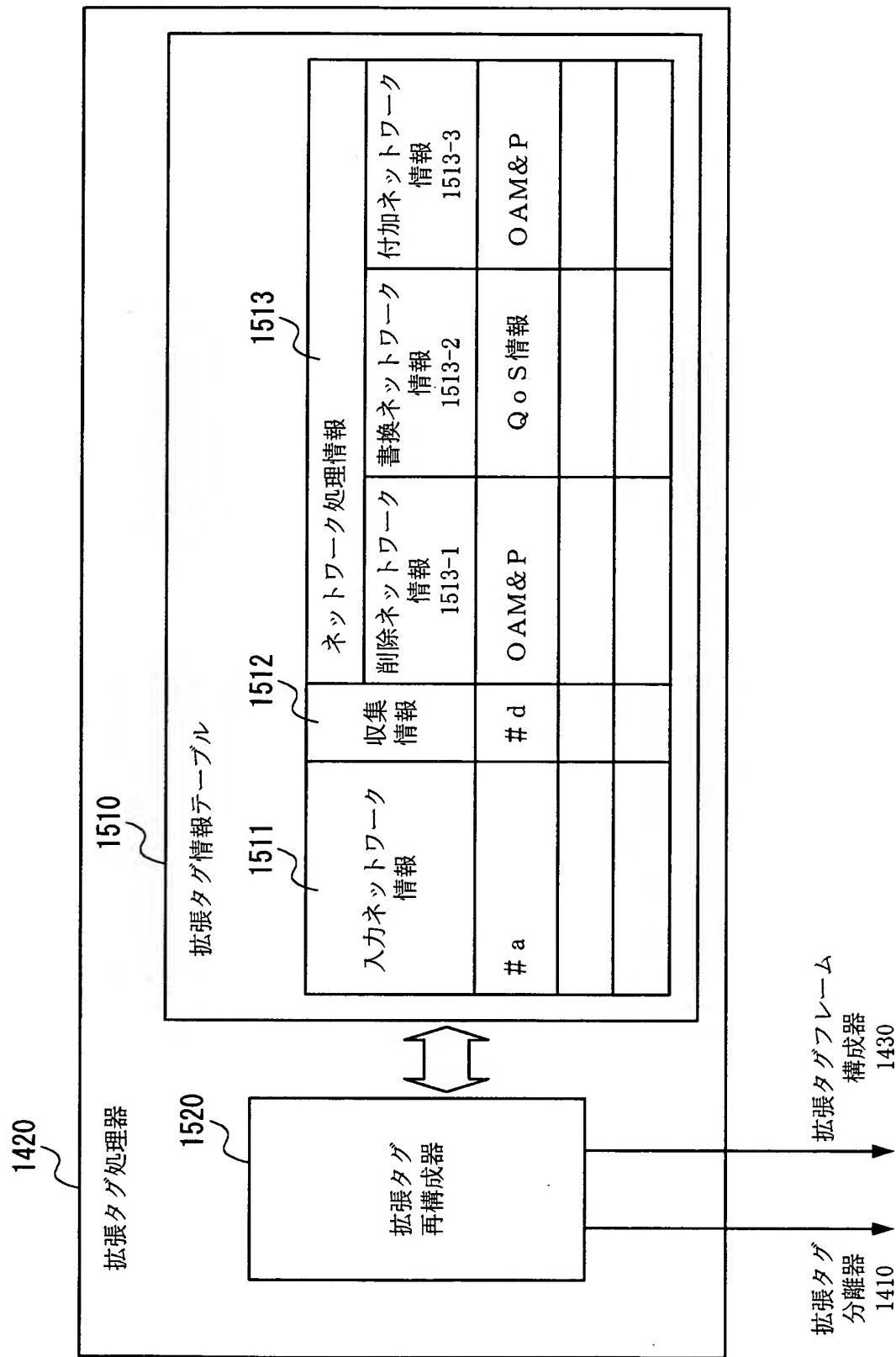
【図14】



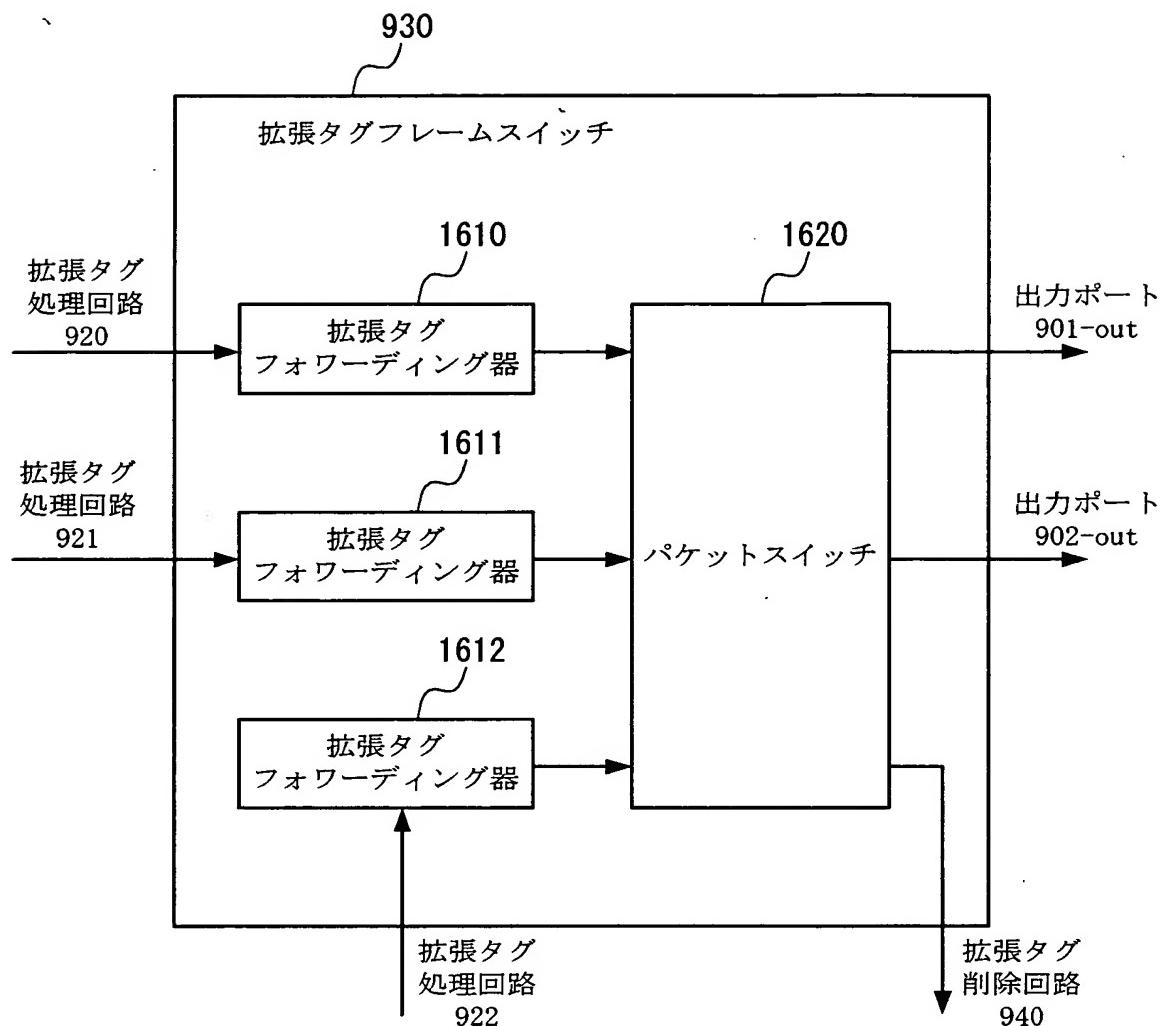
【図15】



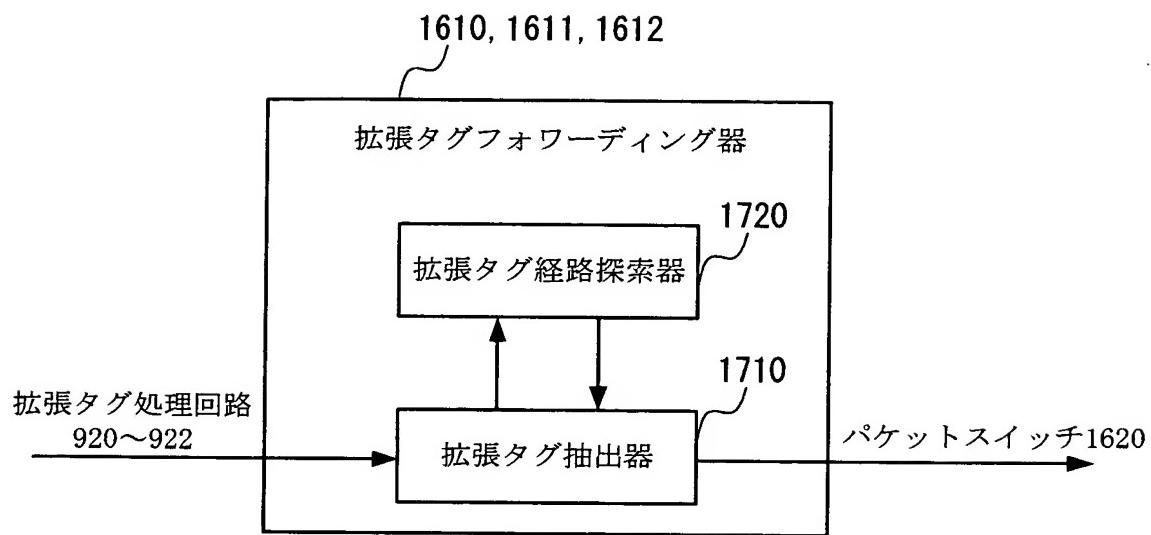
【図16】



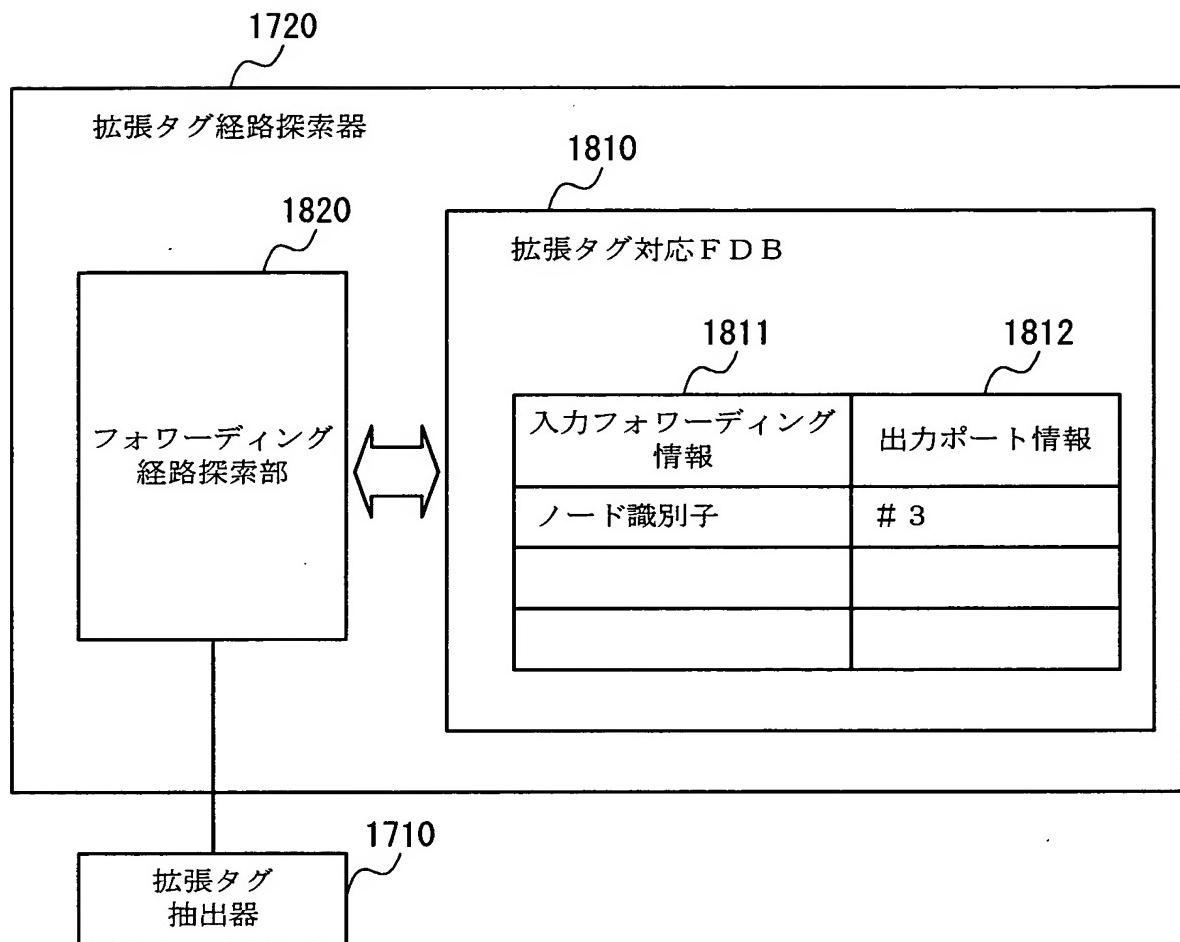
【図17】



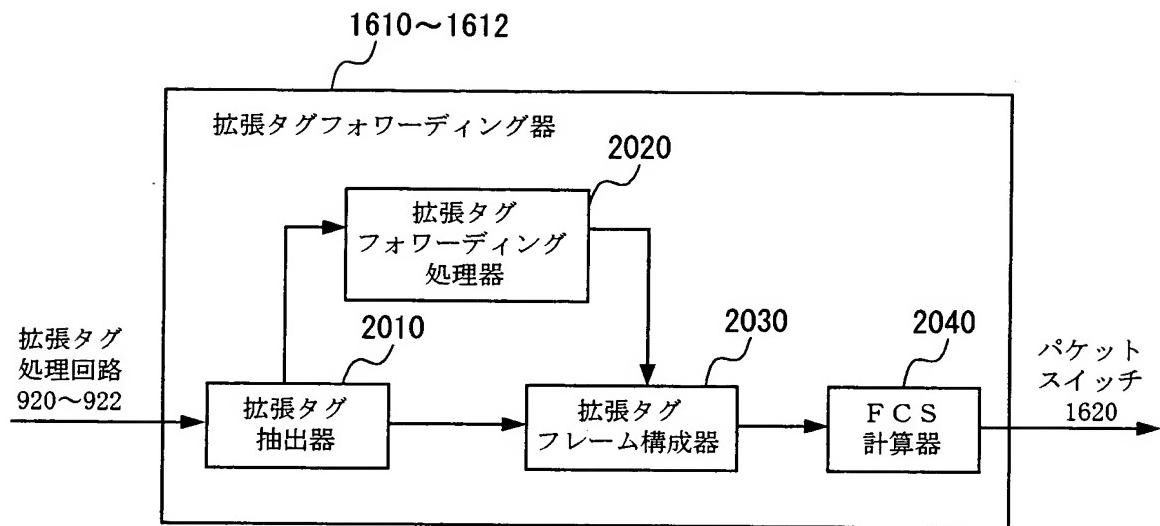
【図18】



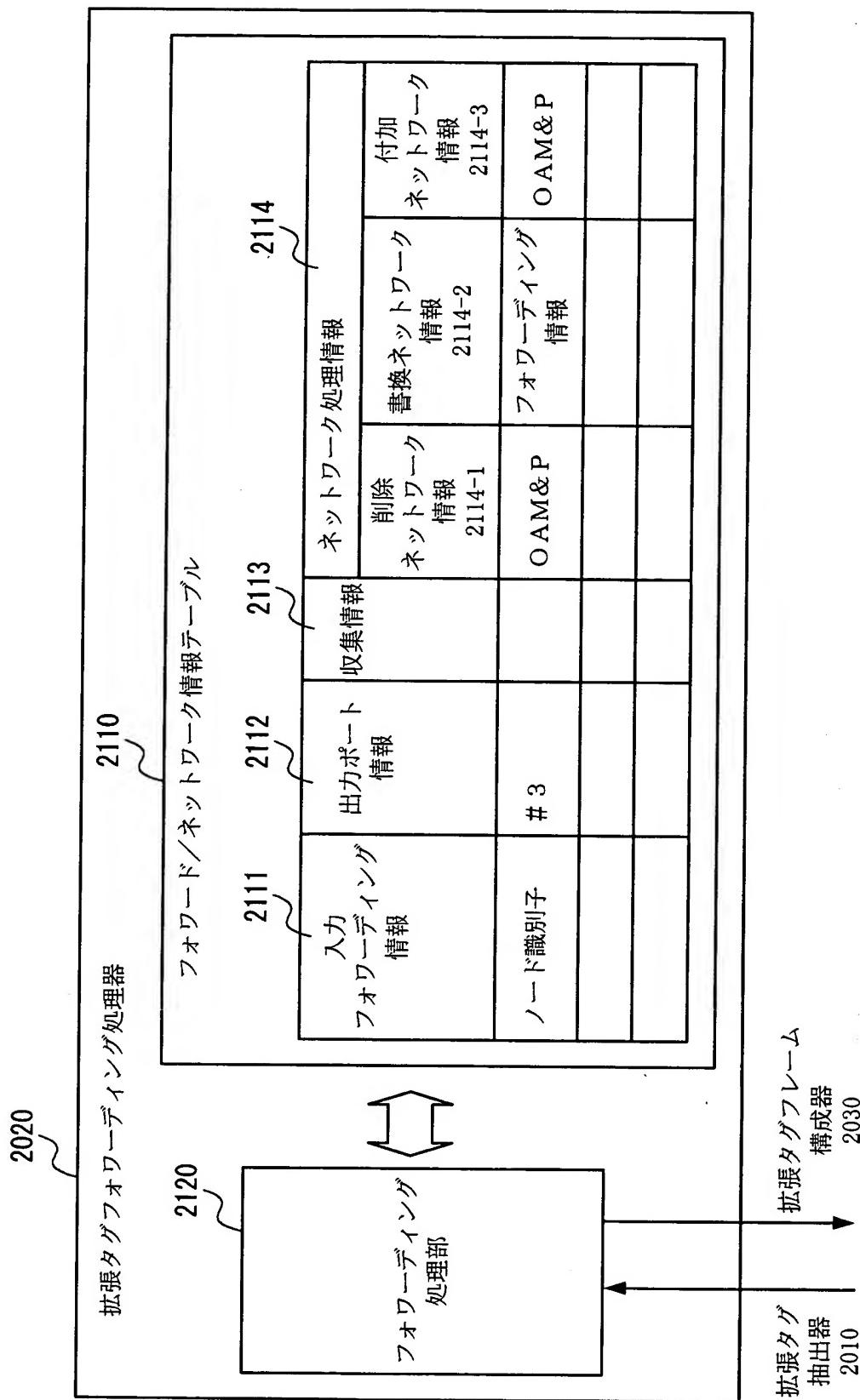
【図19】



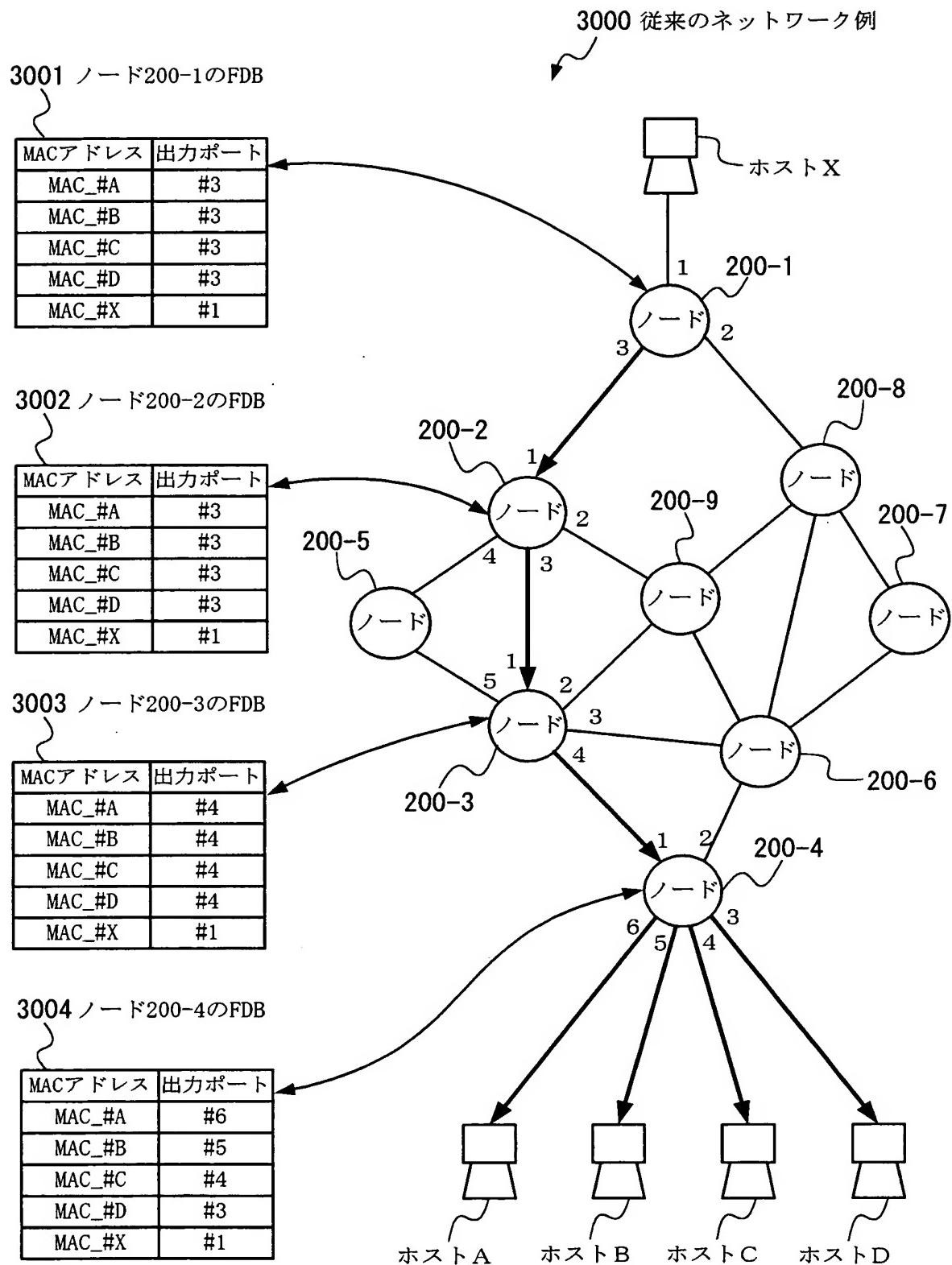
【図20】



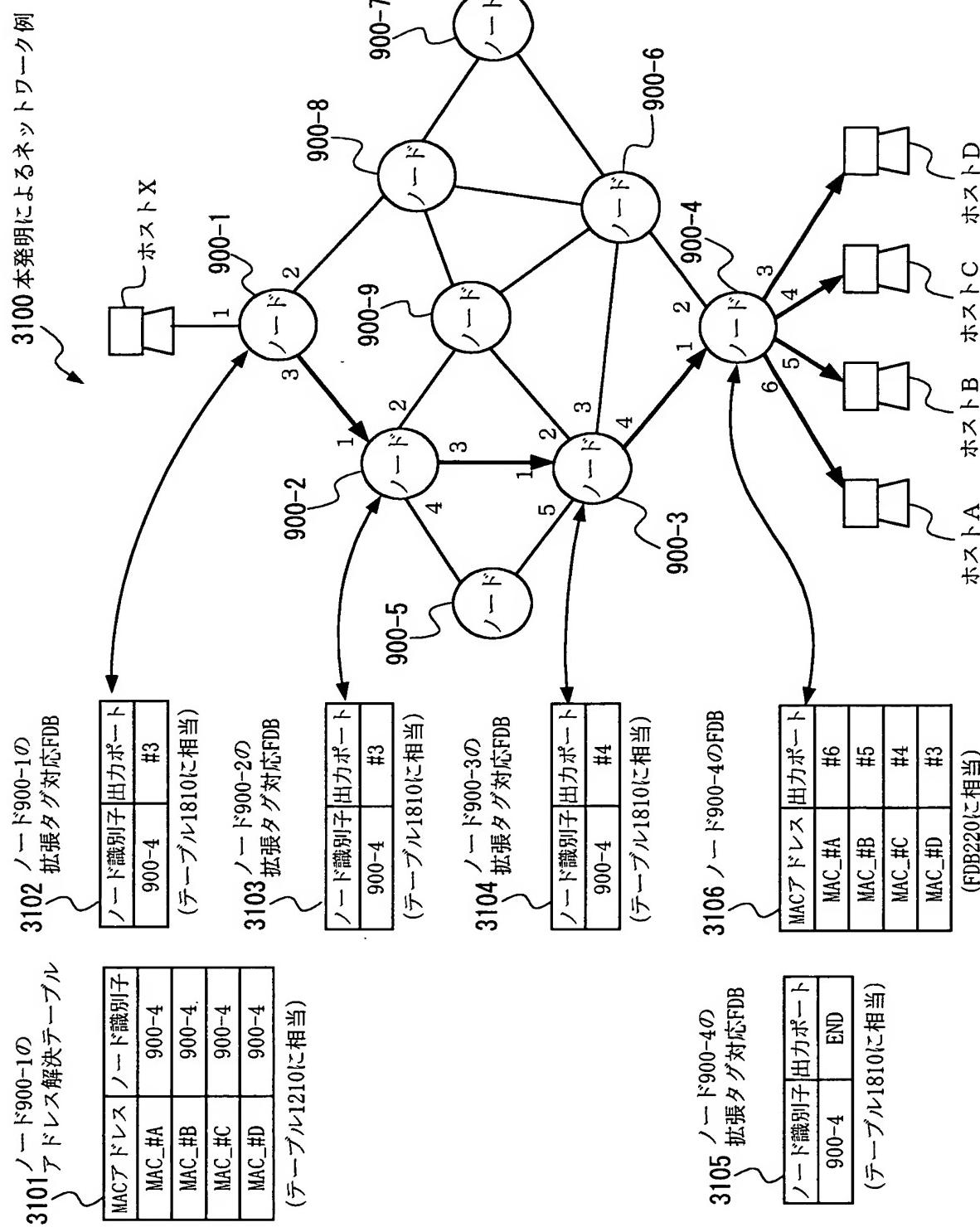
【図21】



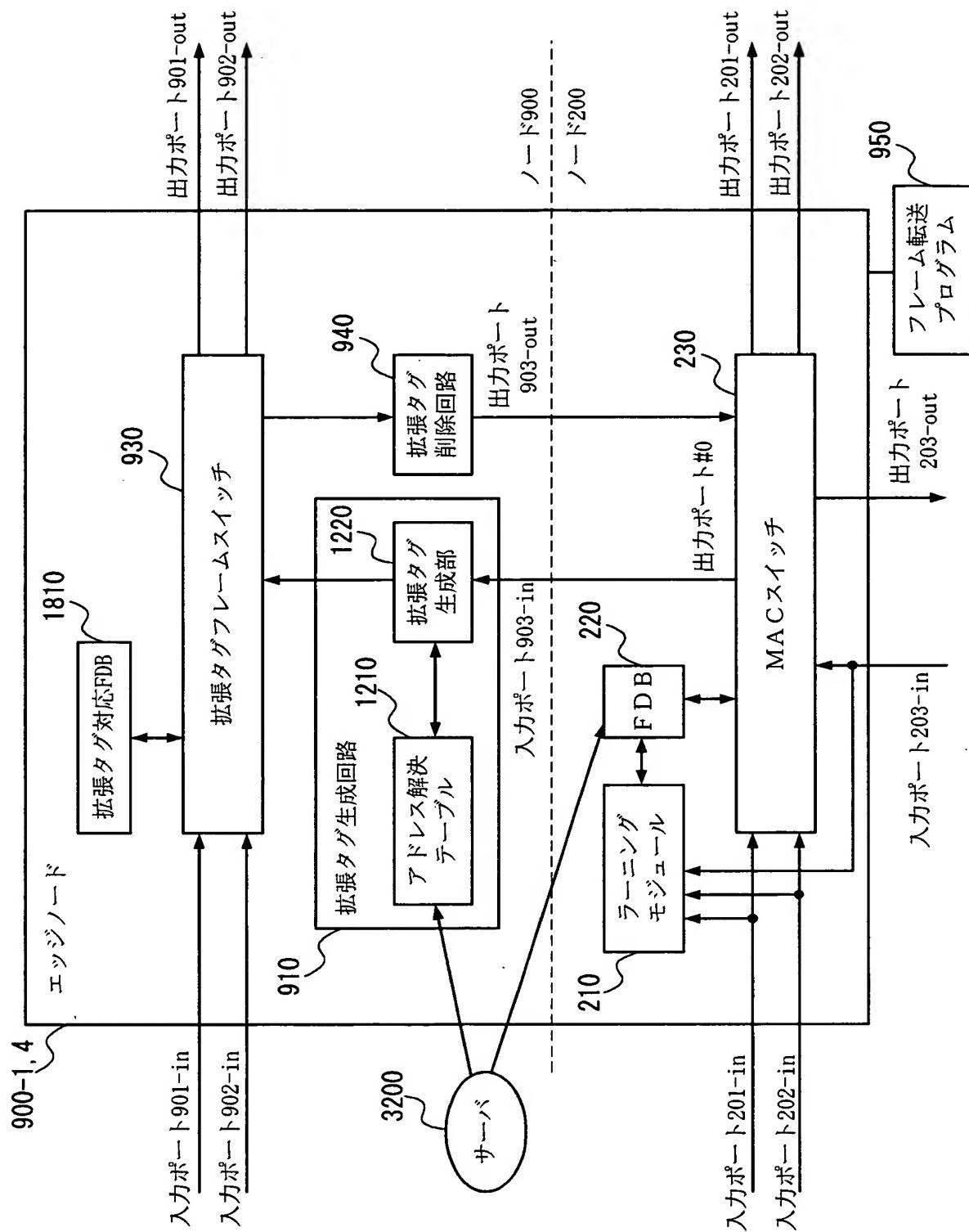
【図22】



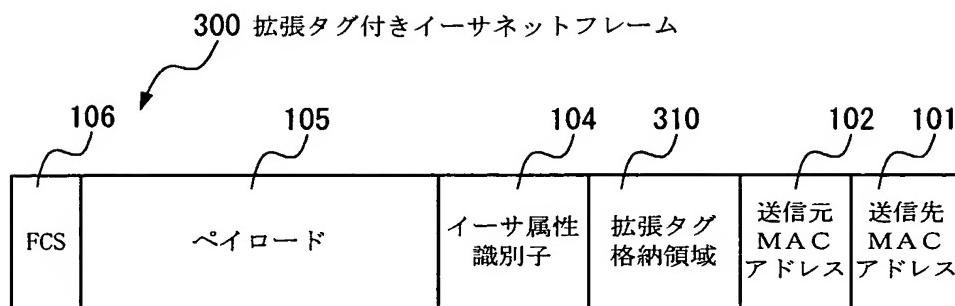
【図23】



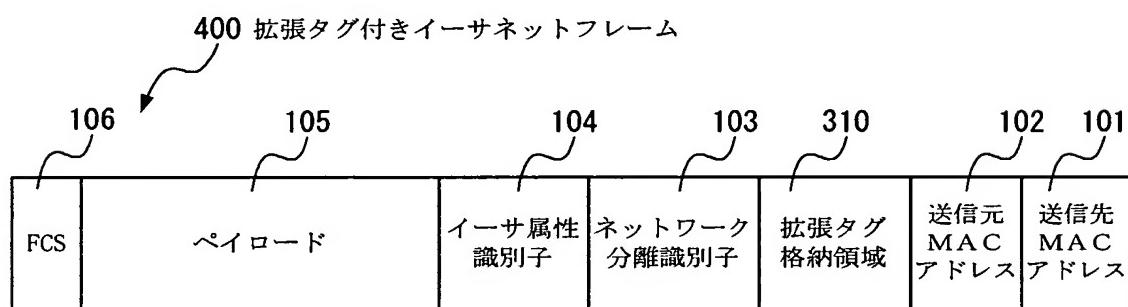
【図24】



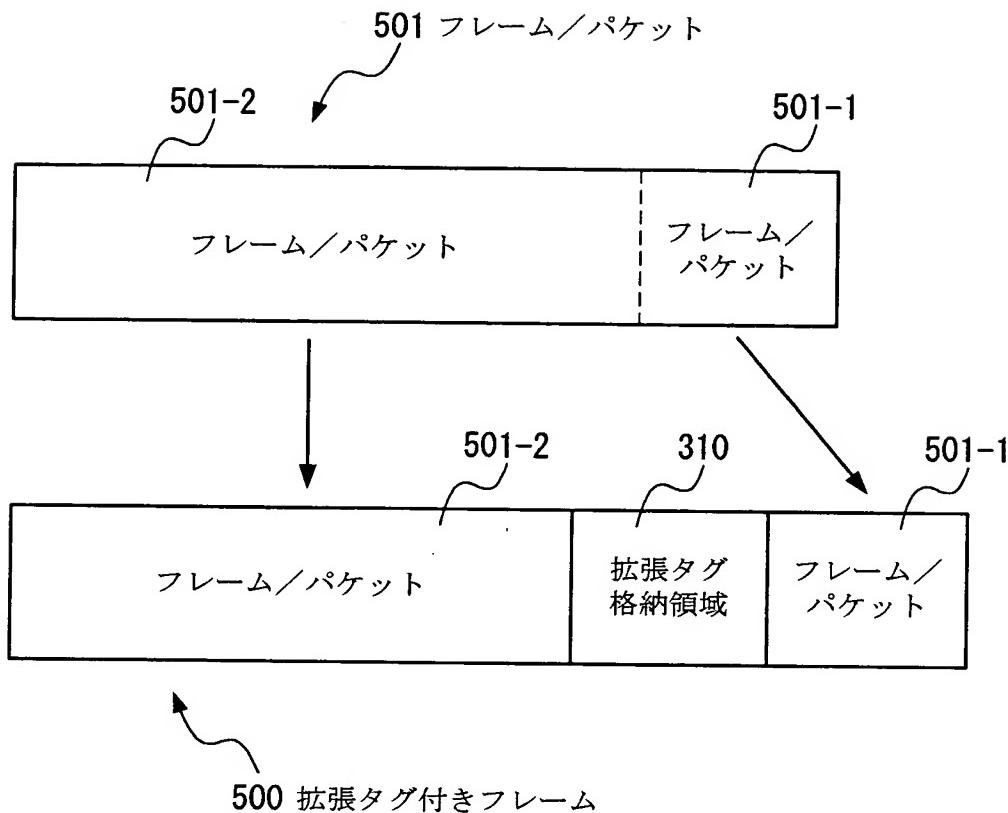
【図25】



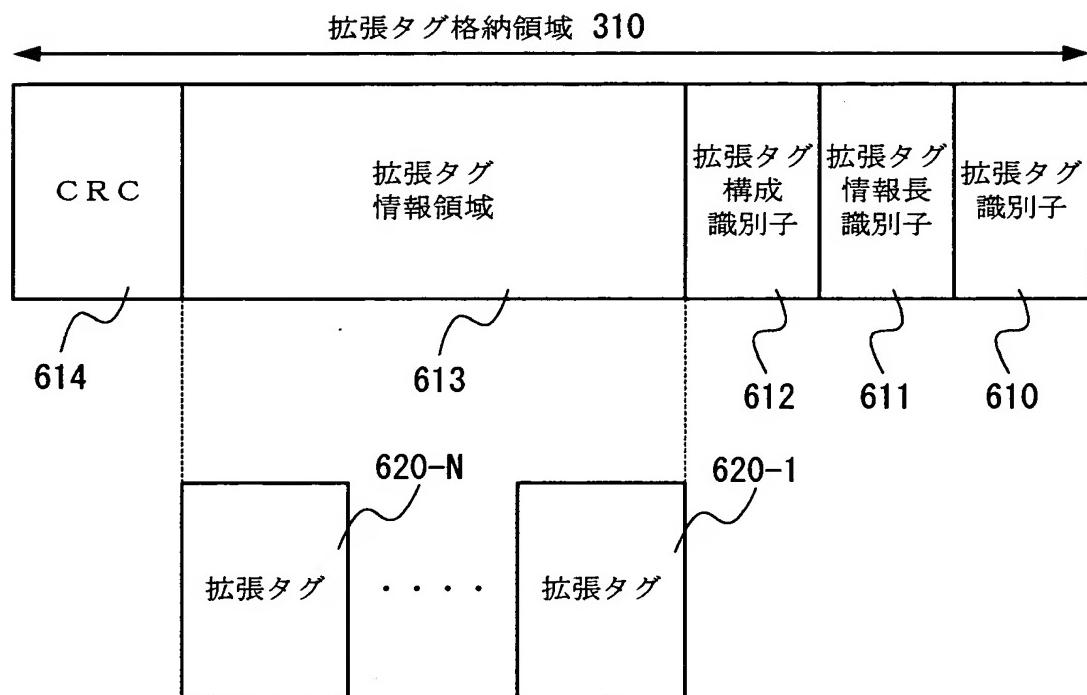
【図26】



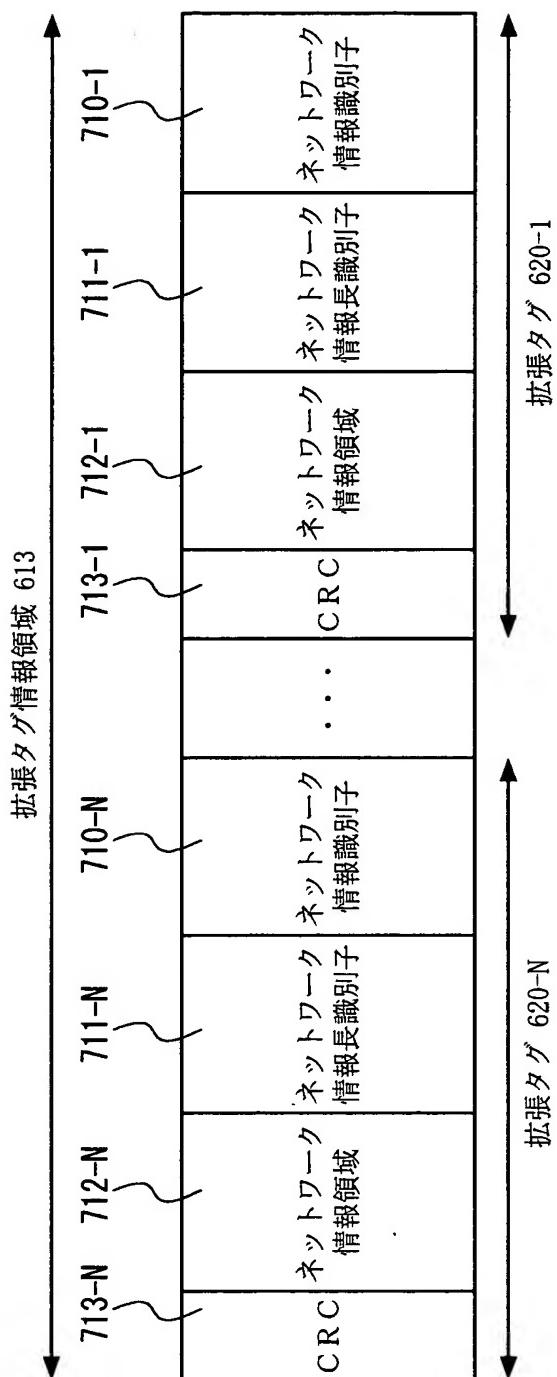
【図27】



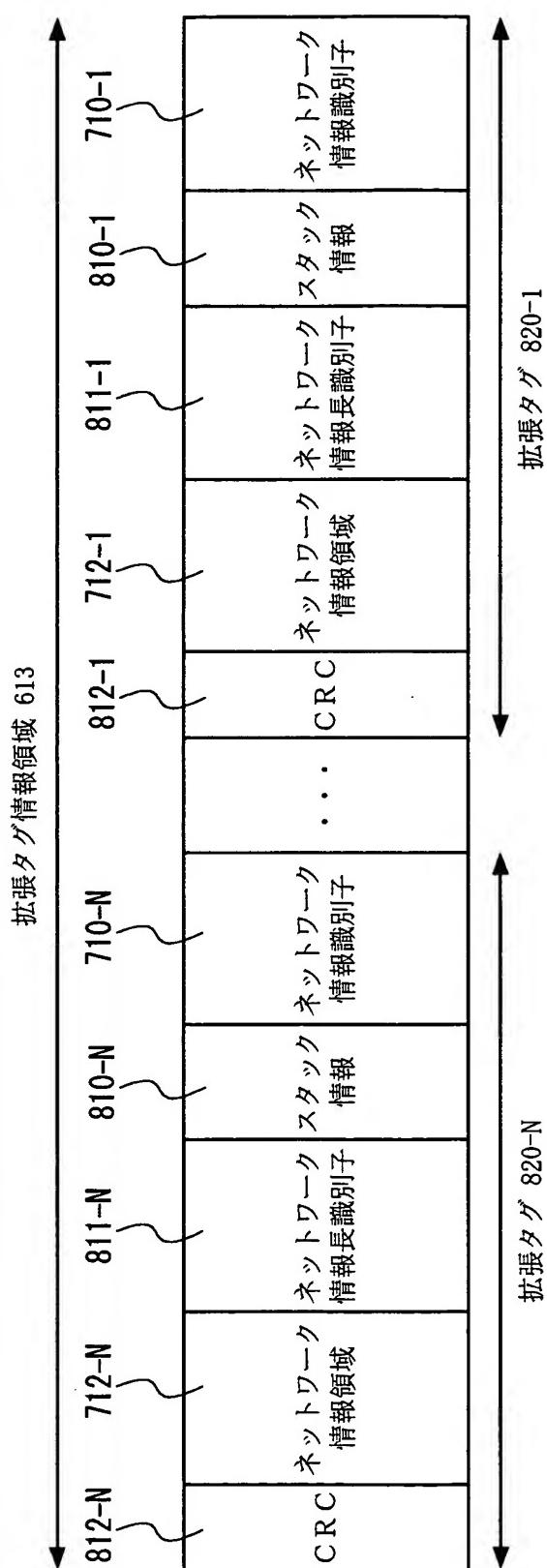
【図28】



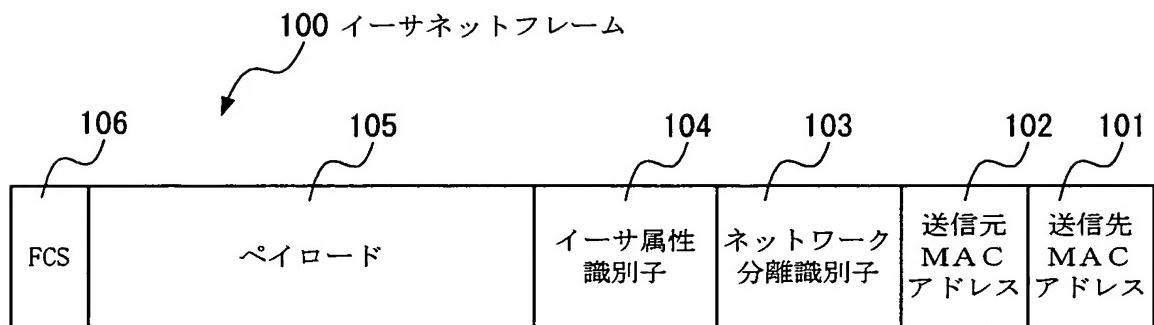
【図29】



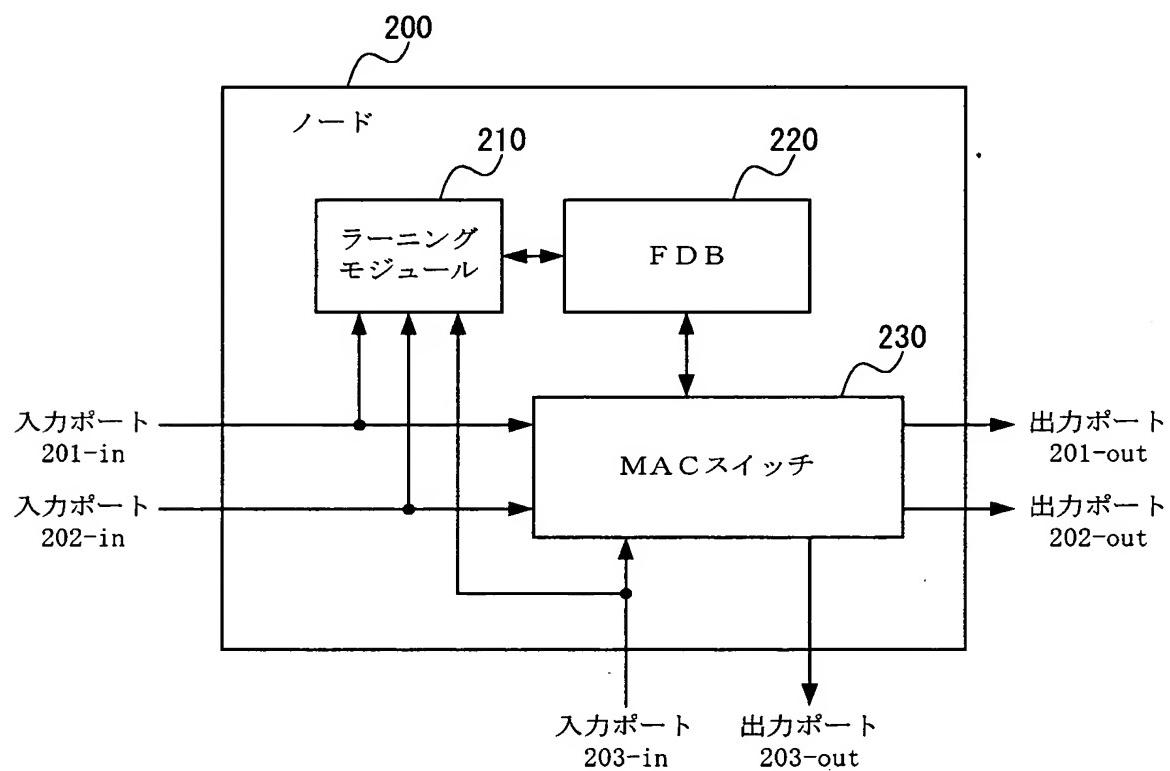
【図30】



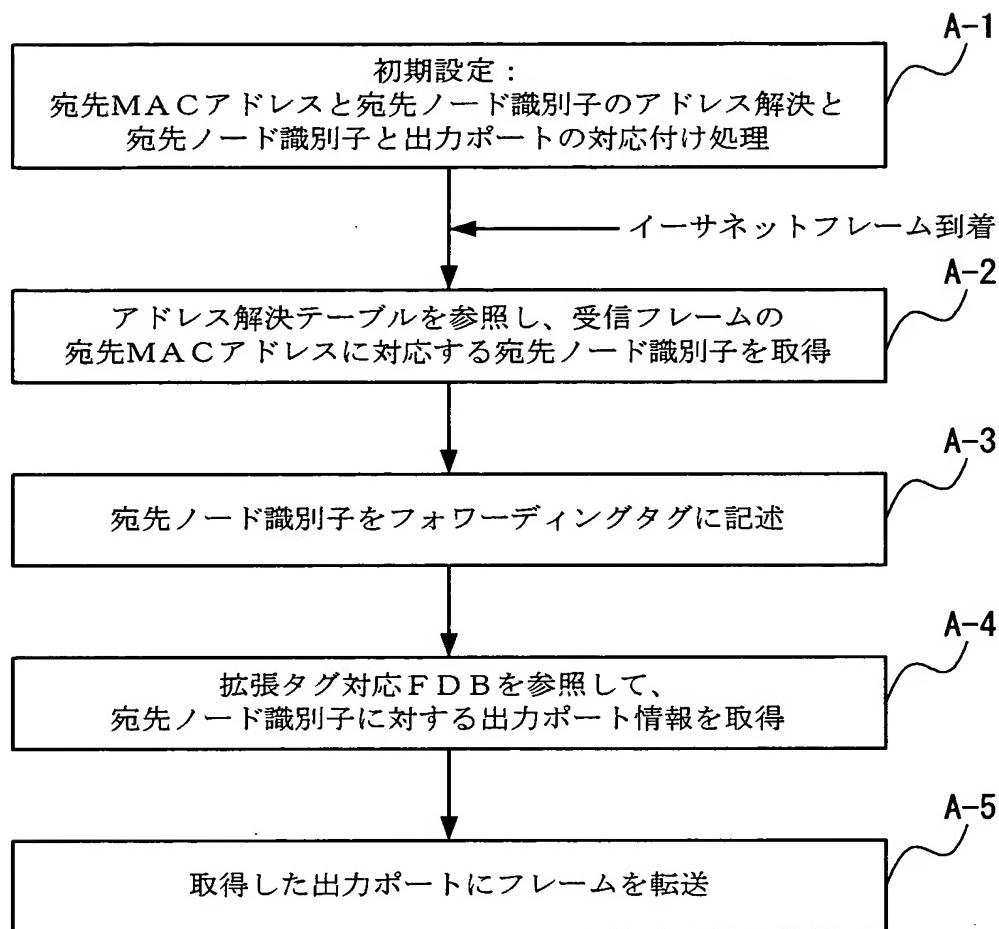
【図31】



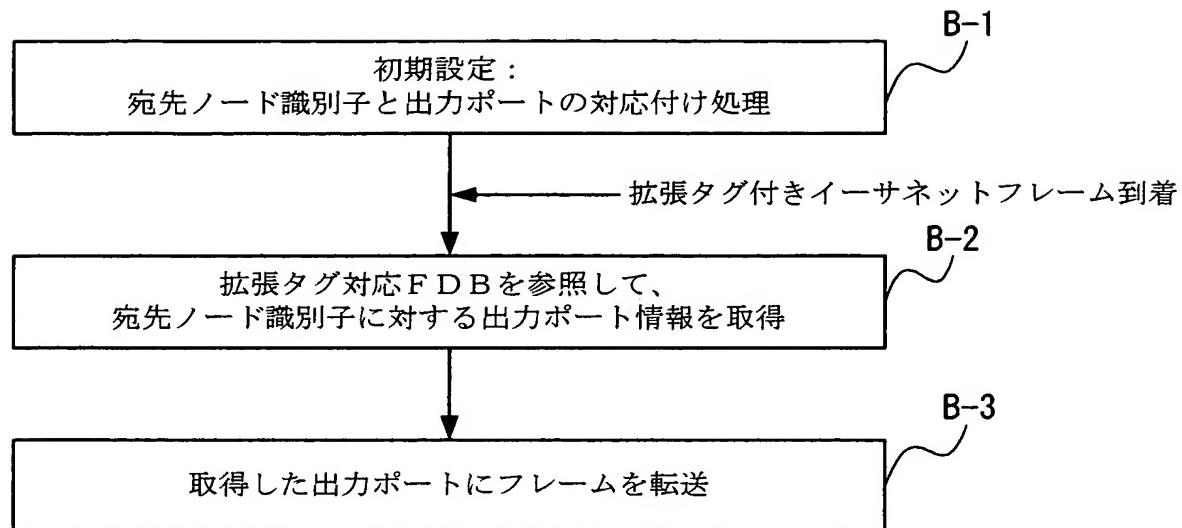
【図32】



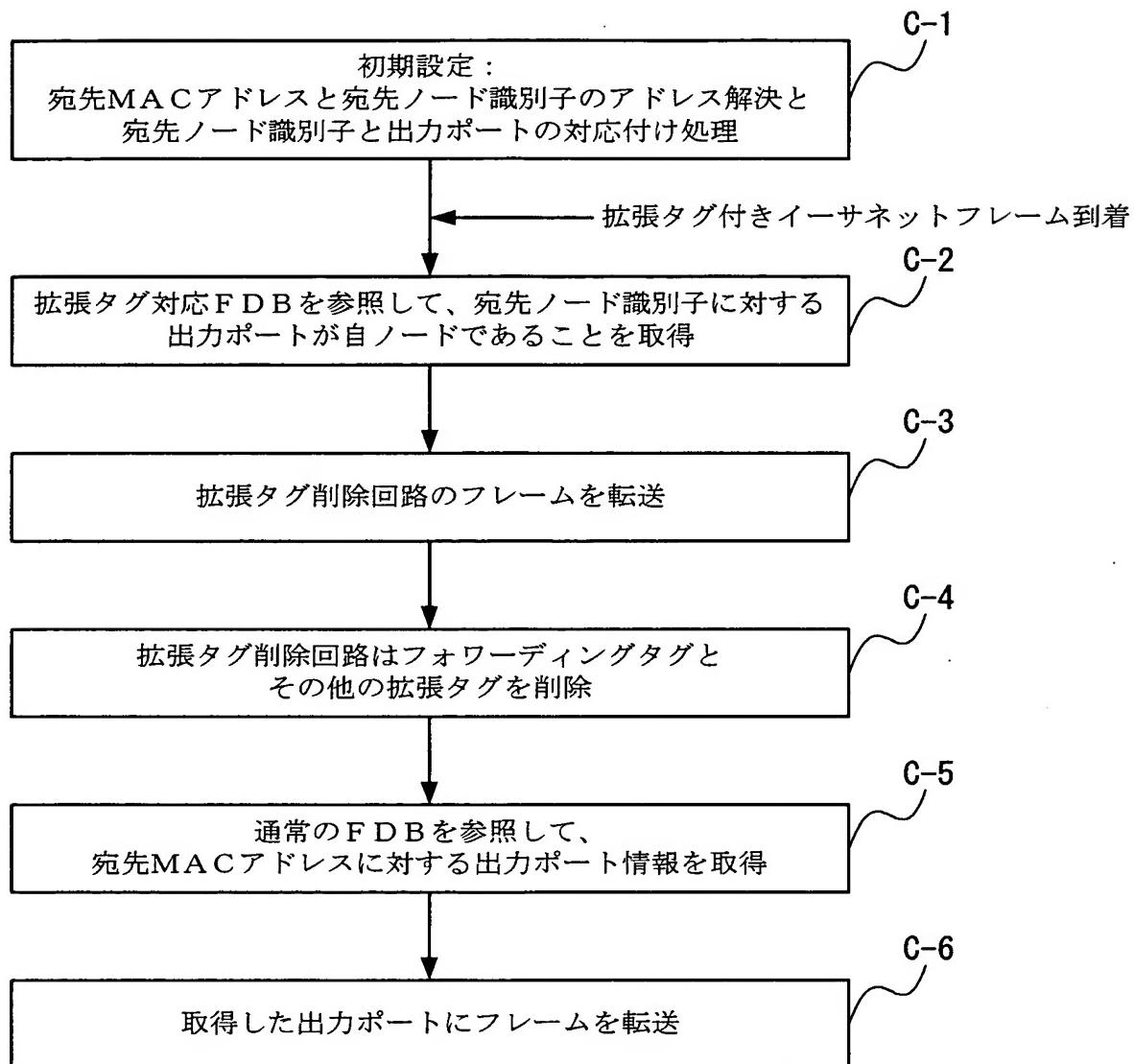
【図33】



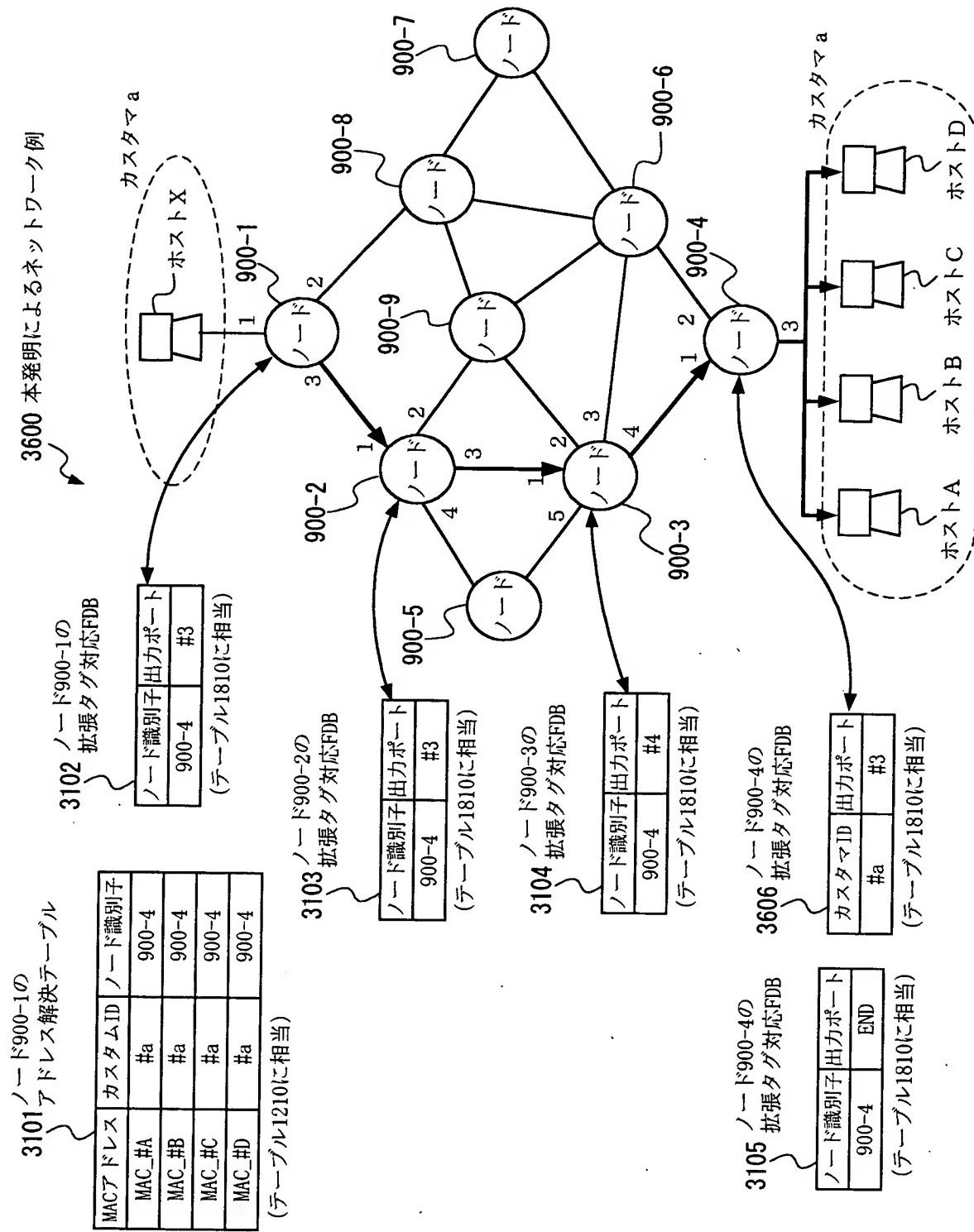
【図34】



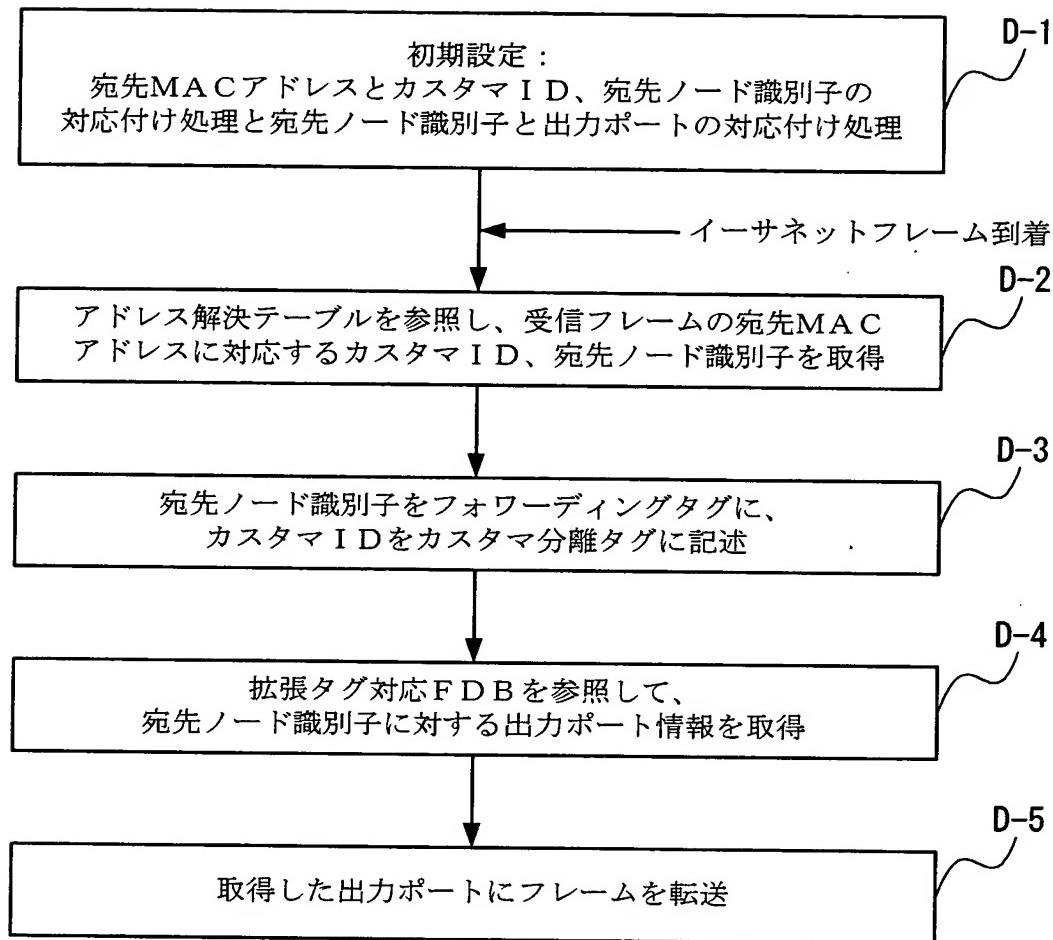
【図35】



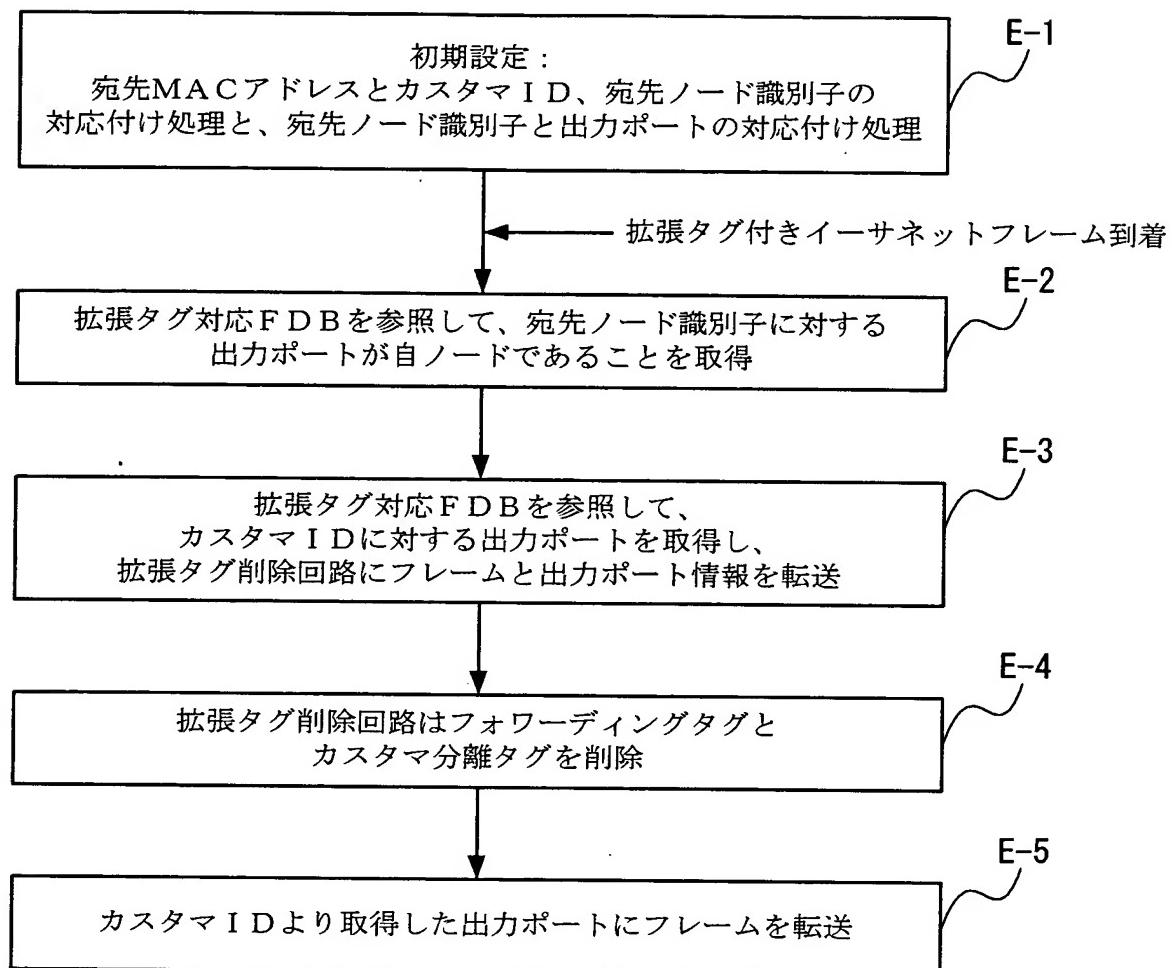
【図36】



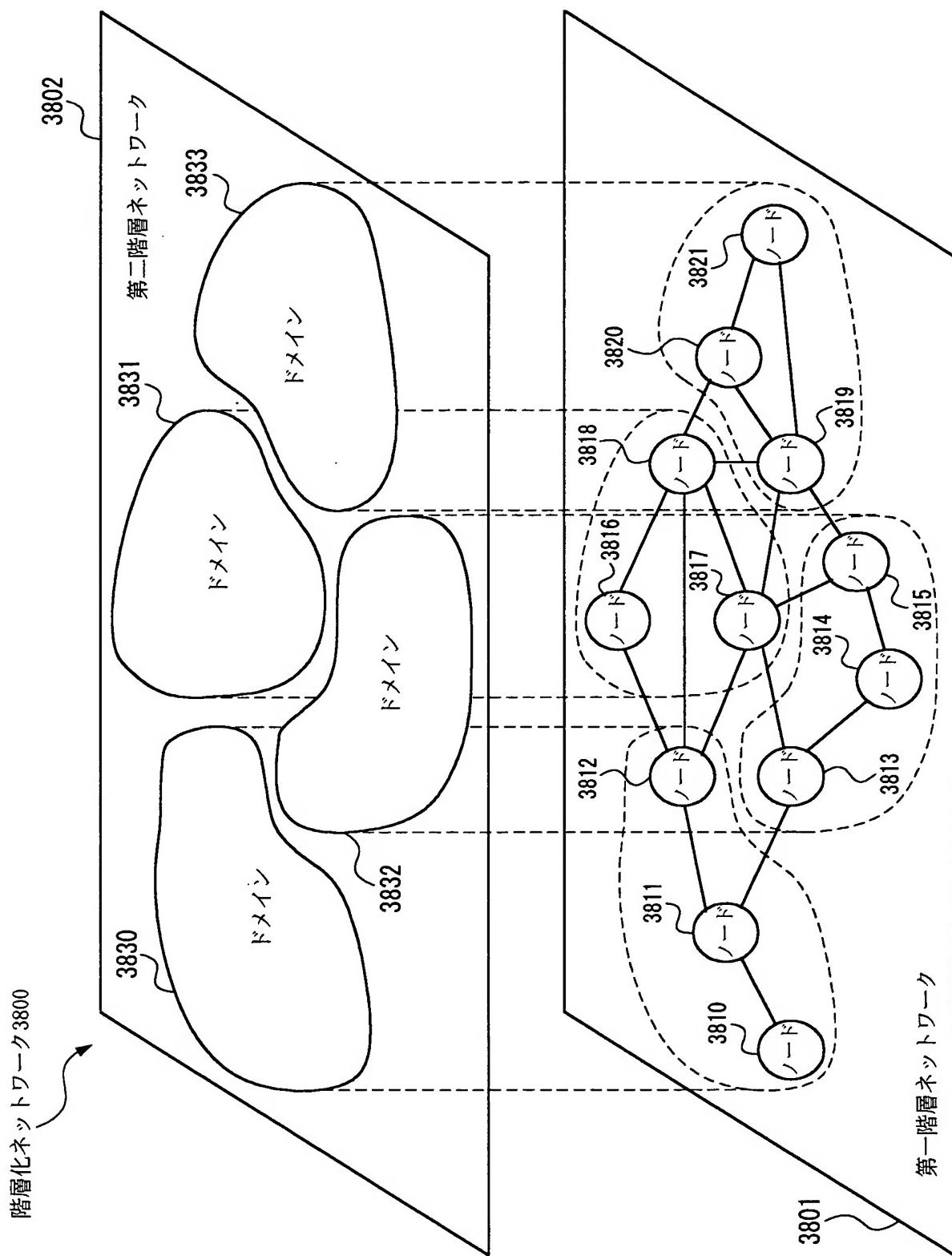
【図37】



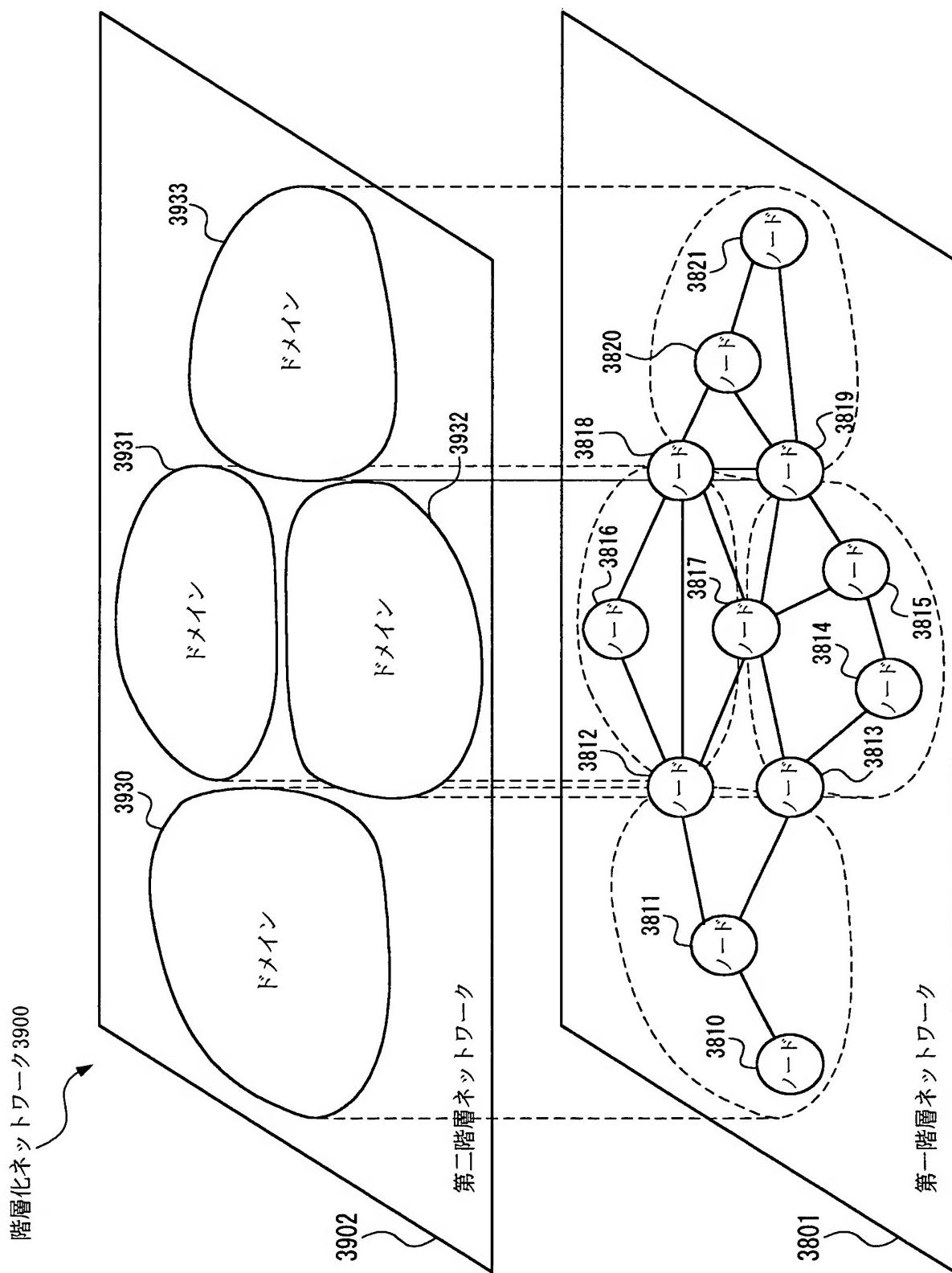
【図38】



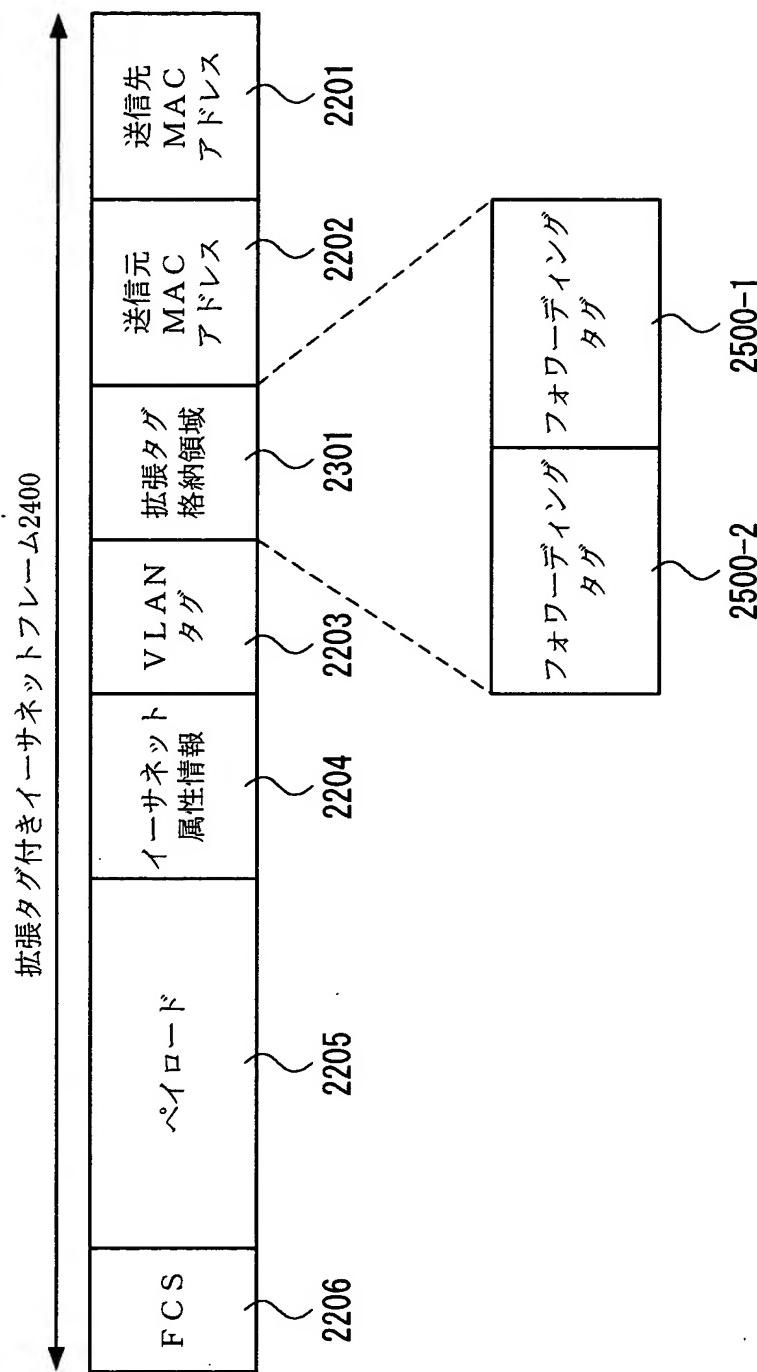
【図39】



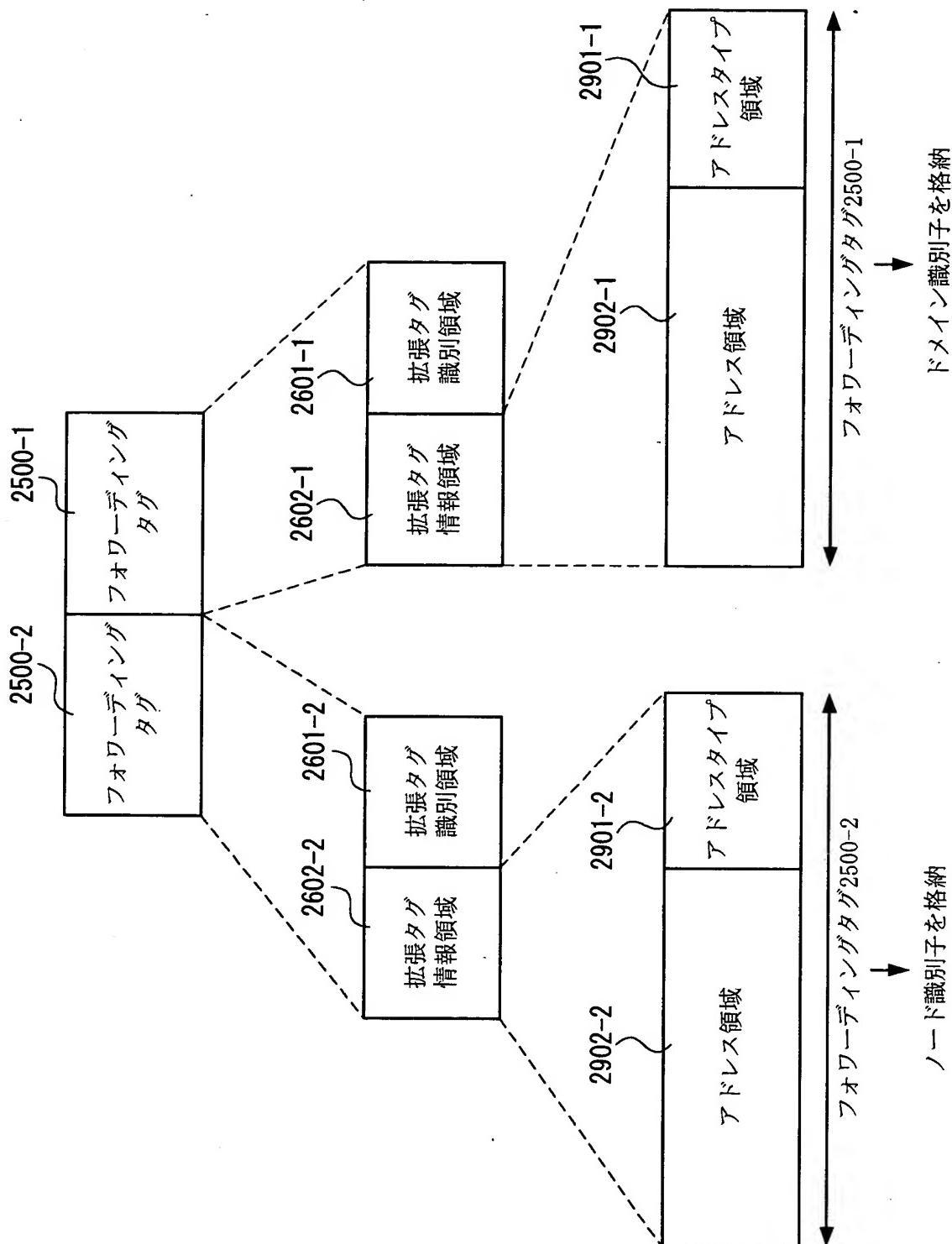
【図40】



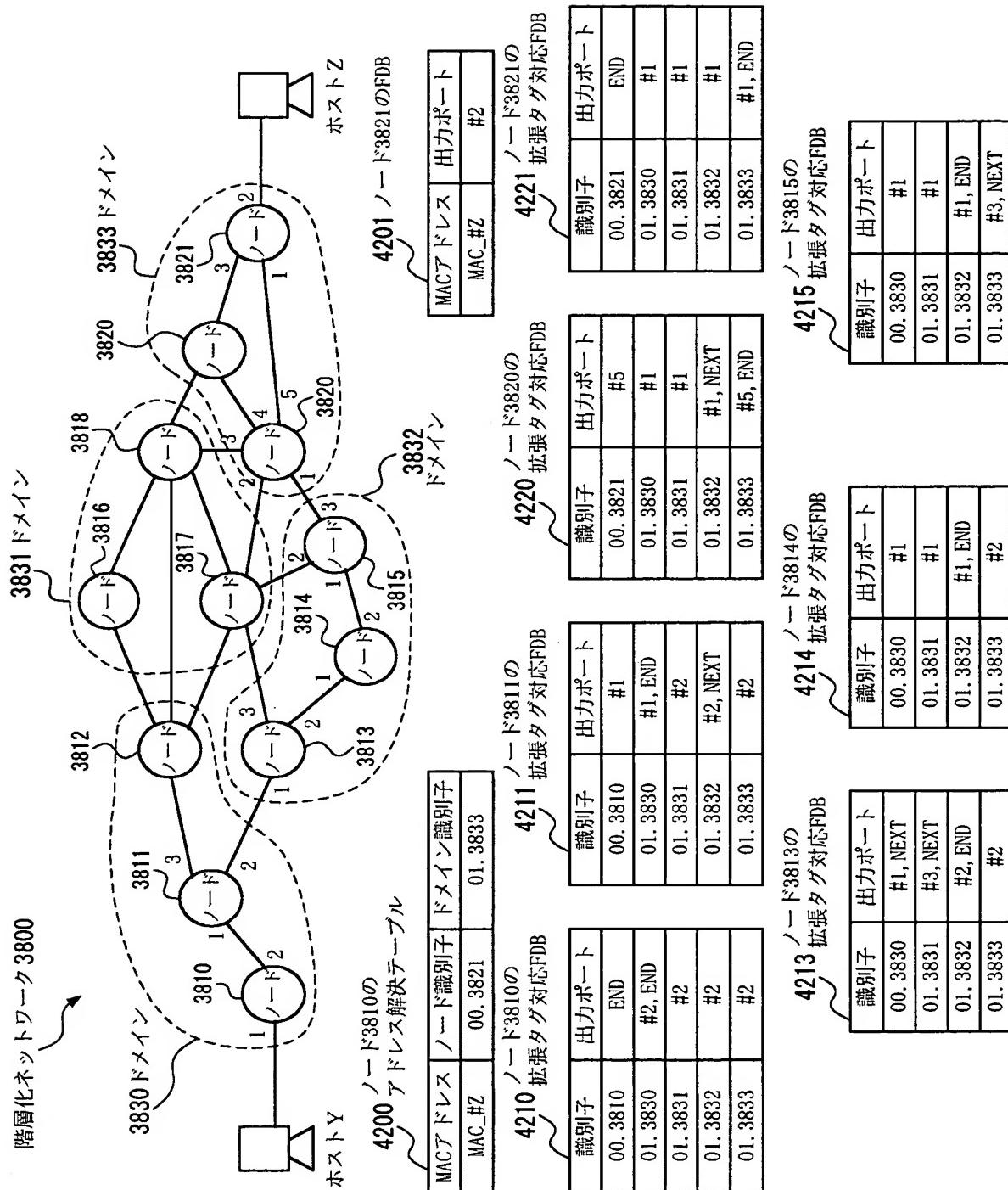
【図4-1】



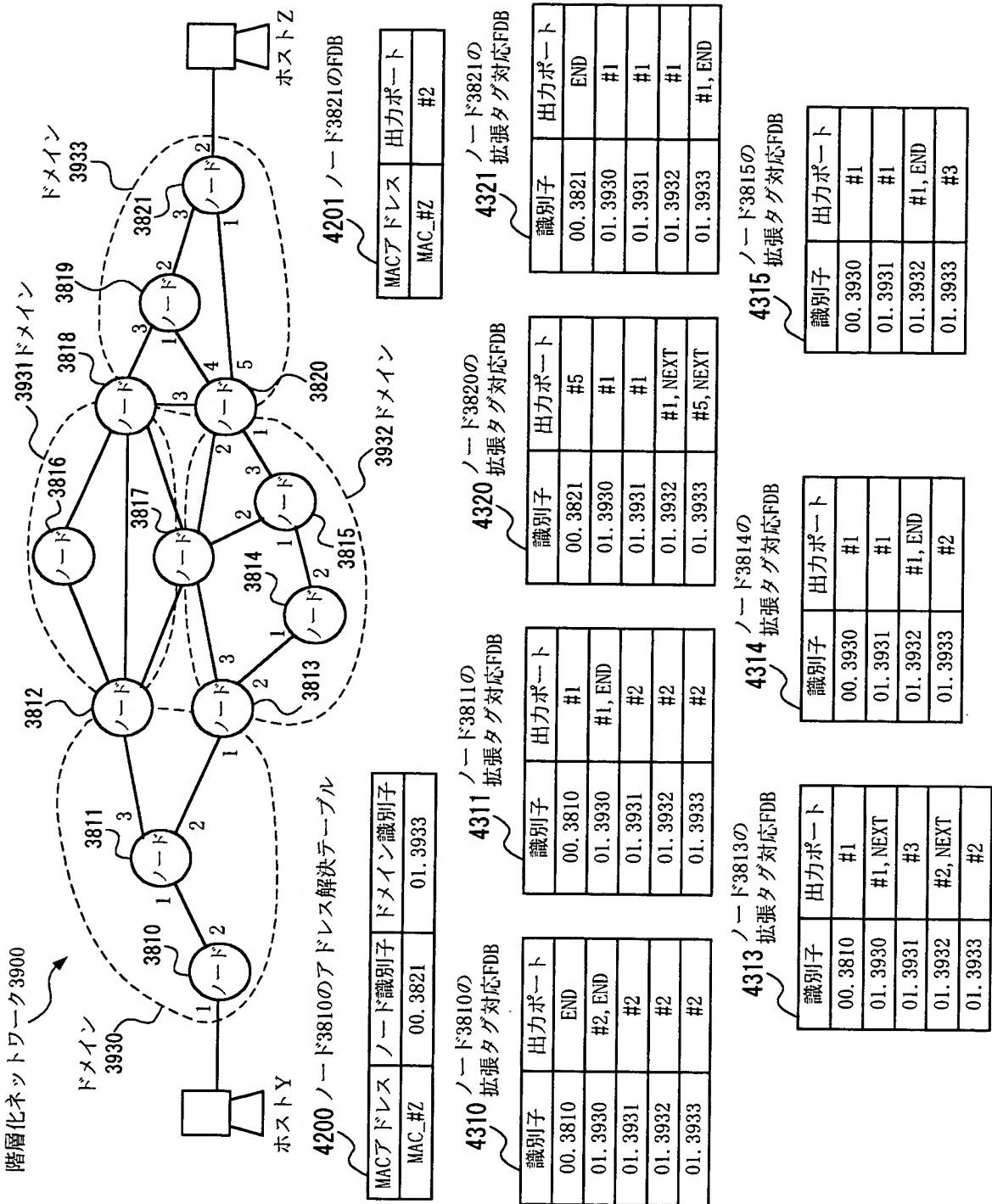
【図42】



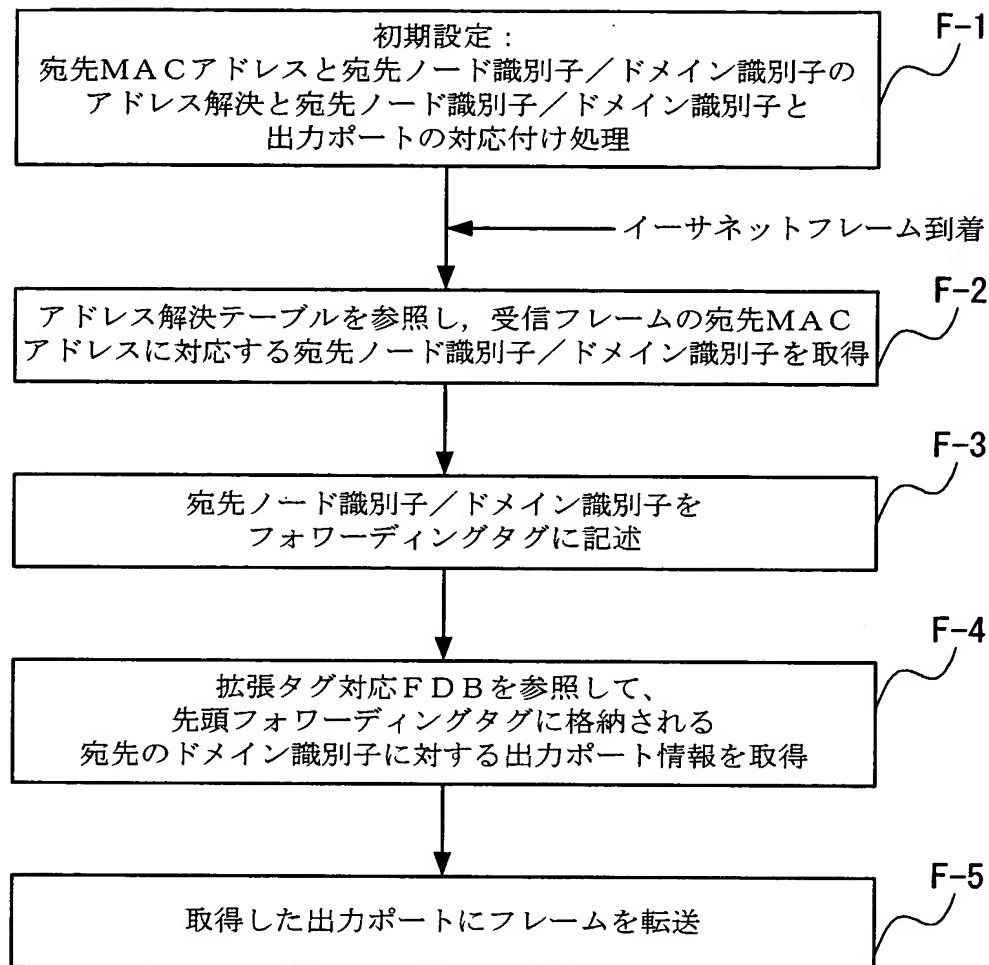
【図43】



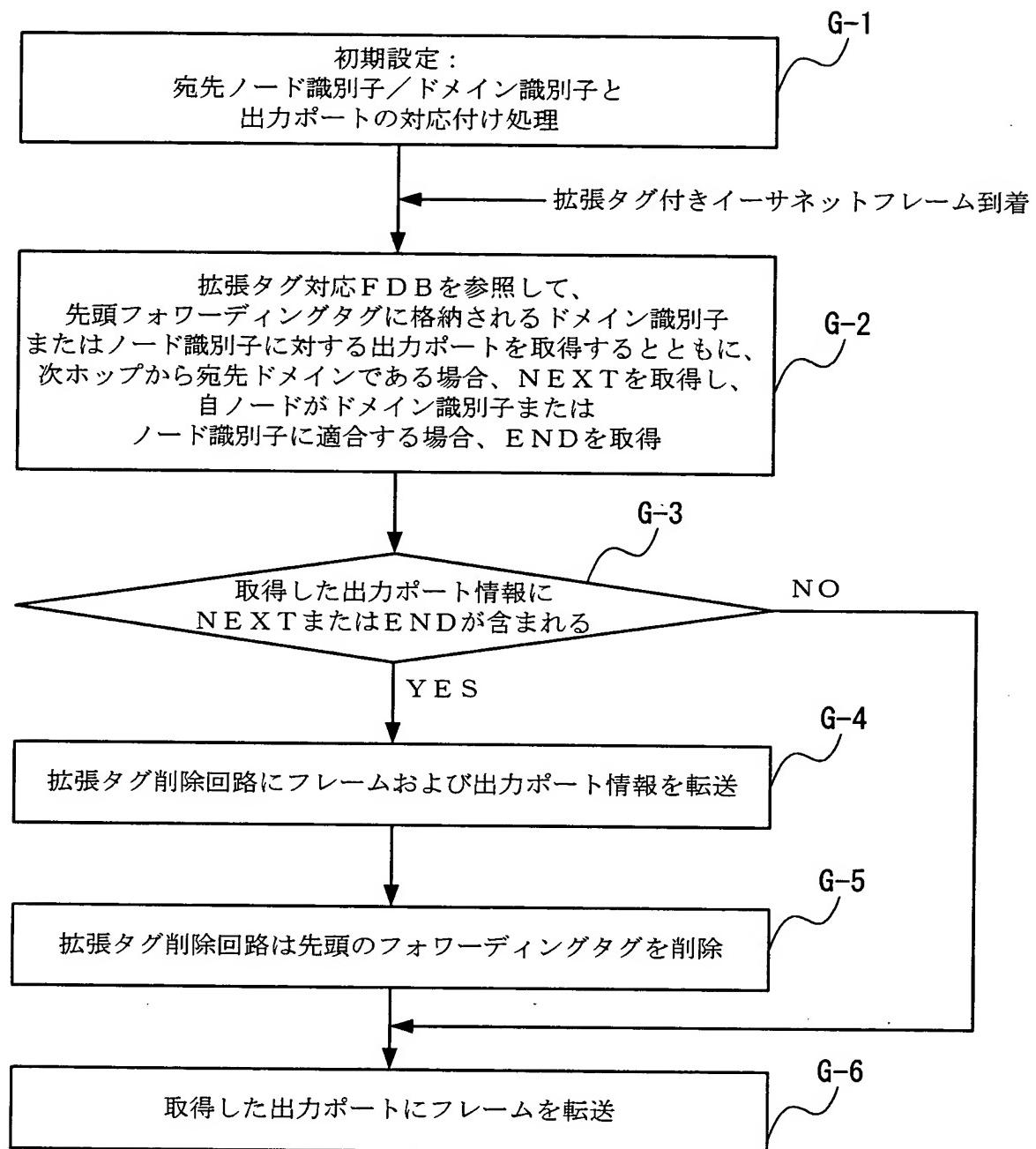
【図44】



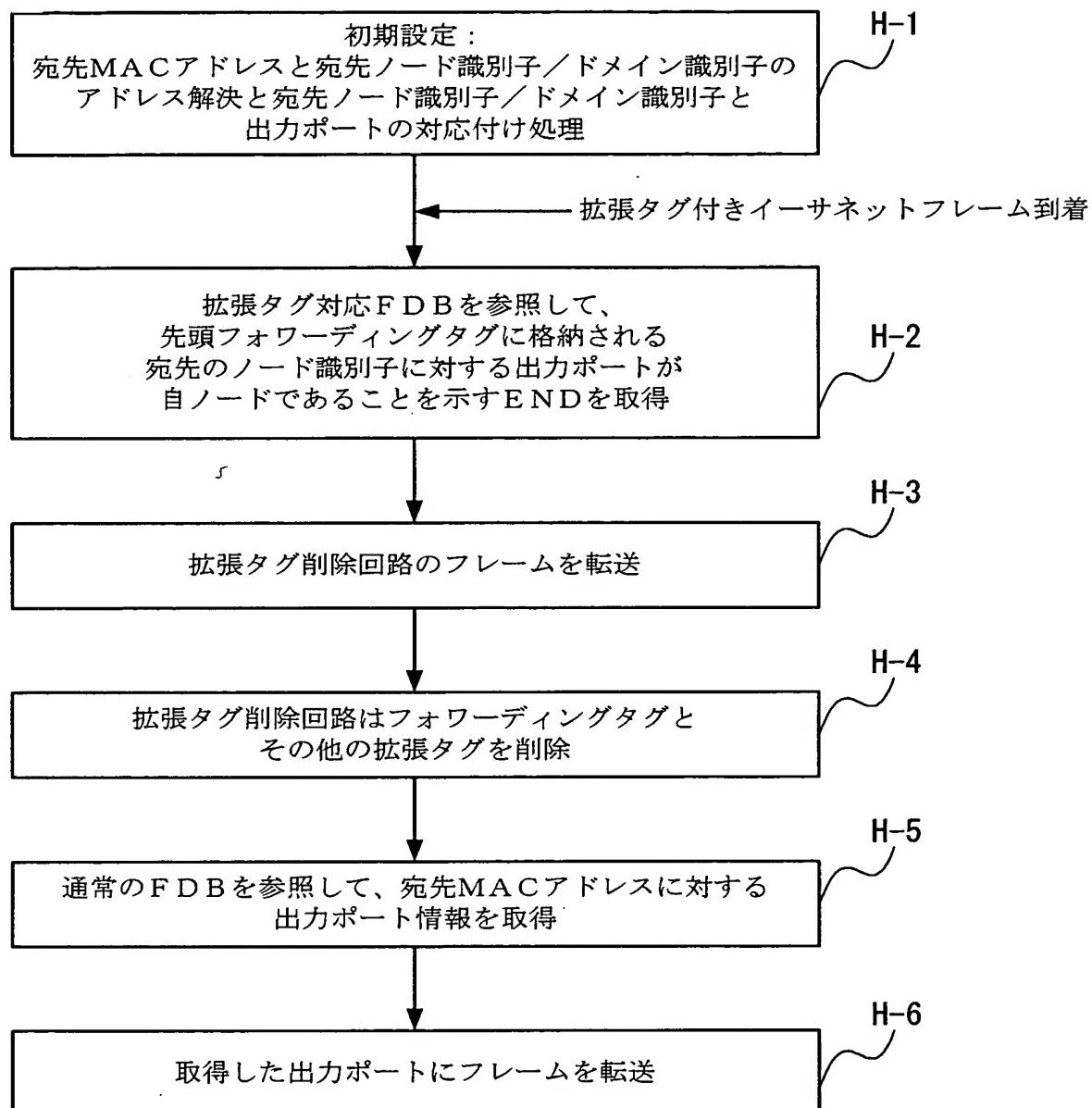
【図45】



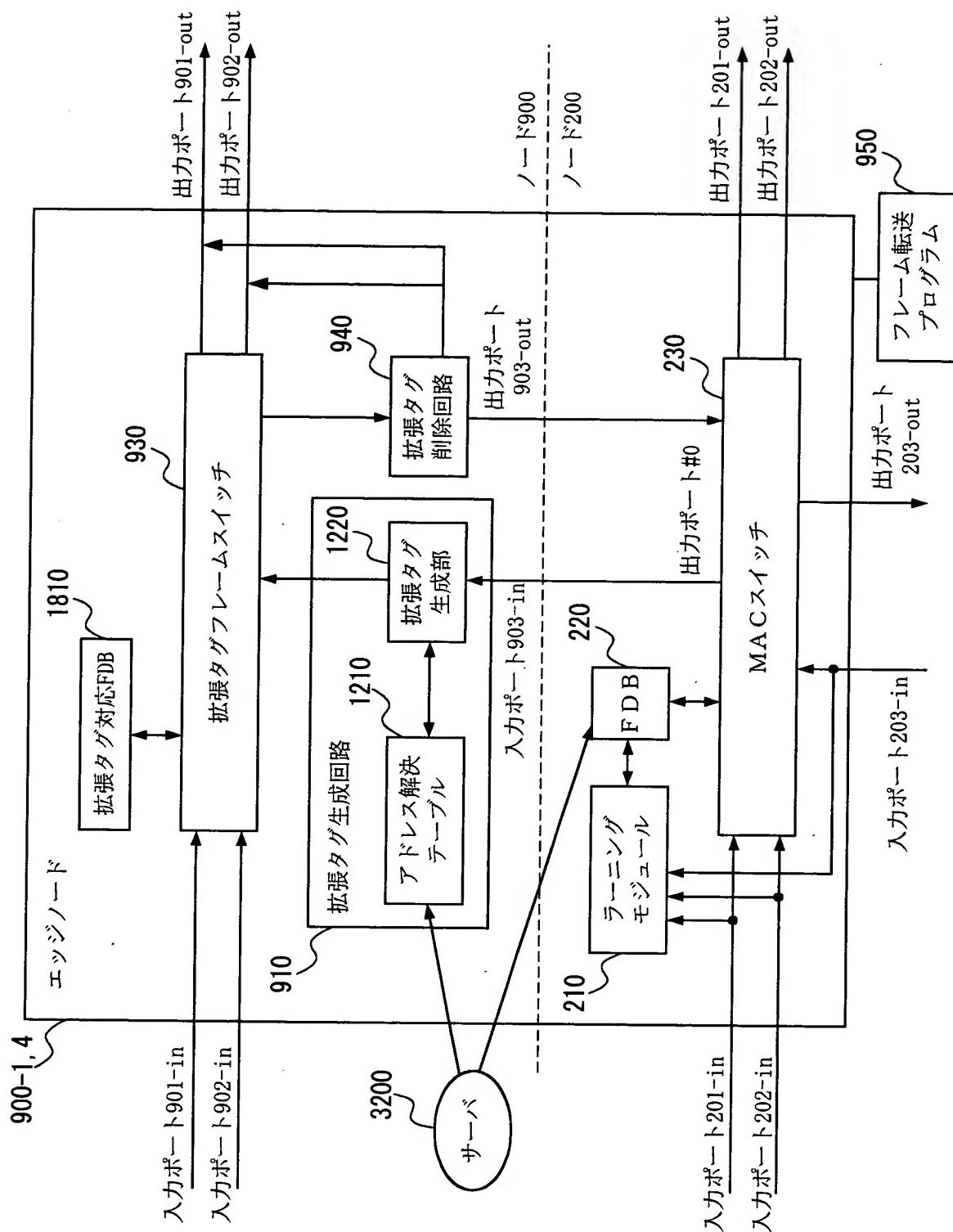
【図46】



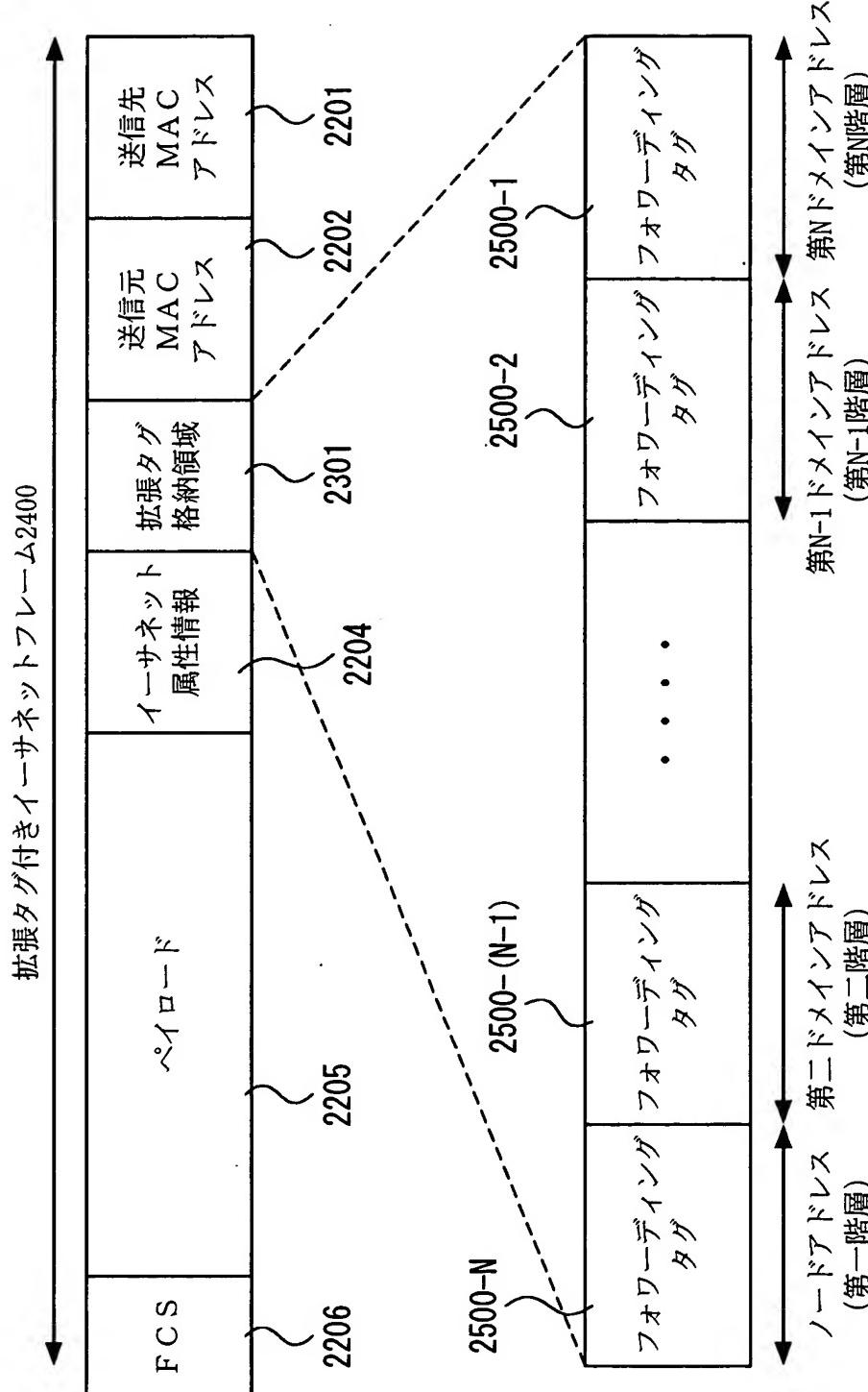
【図47】



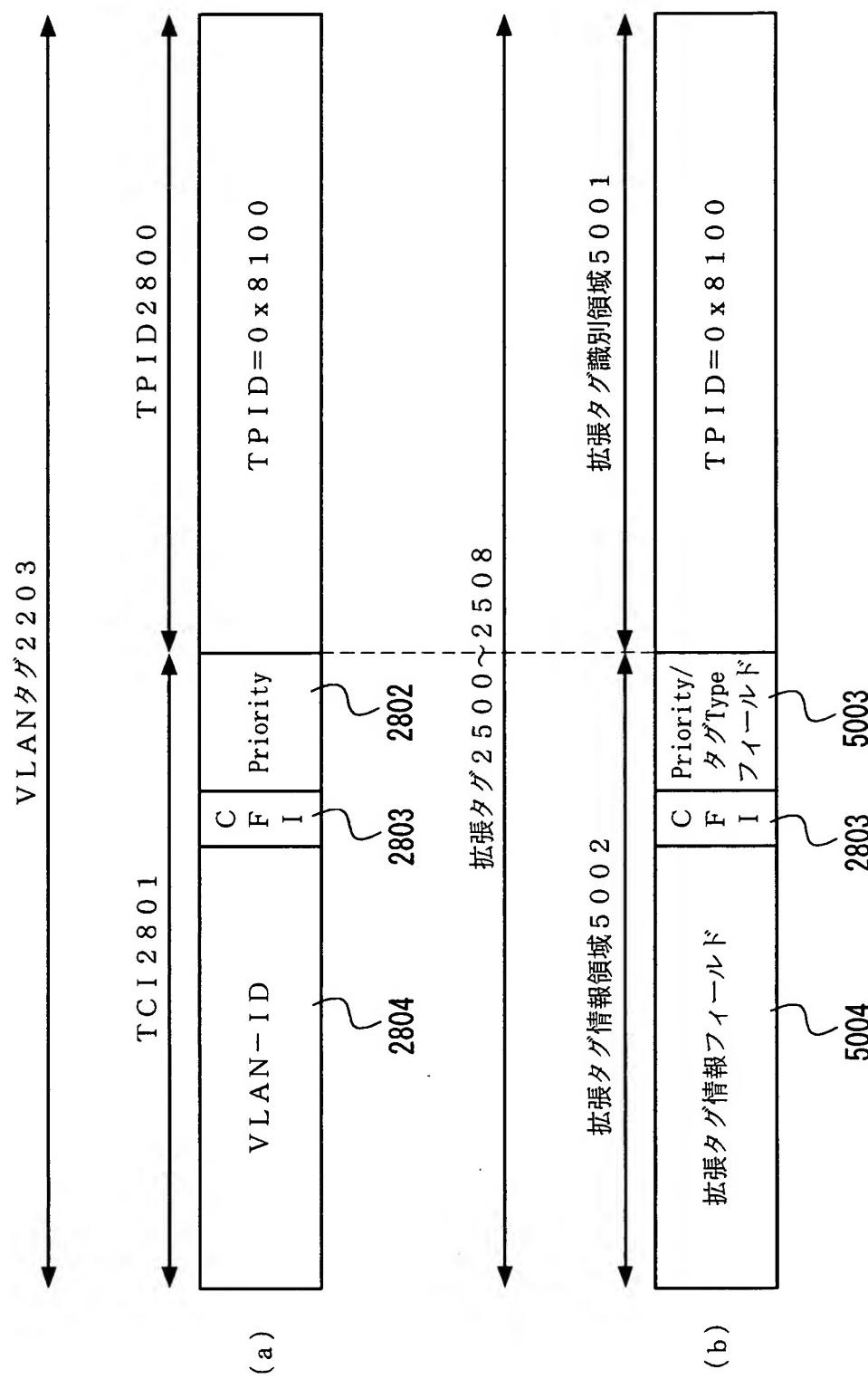
【図4.8】



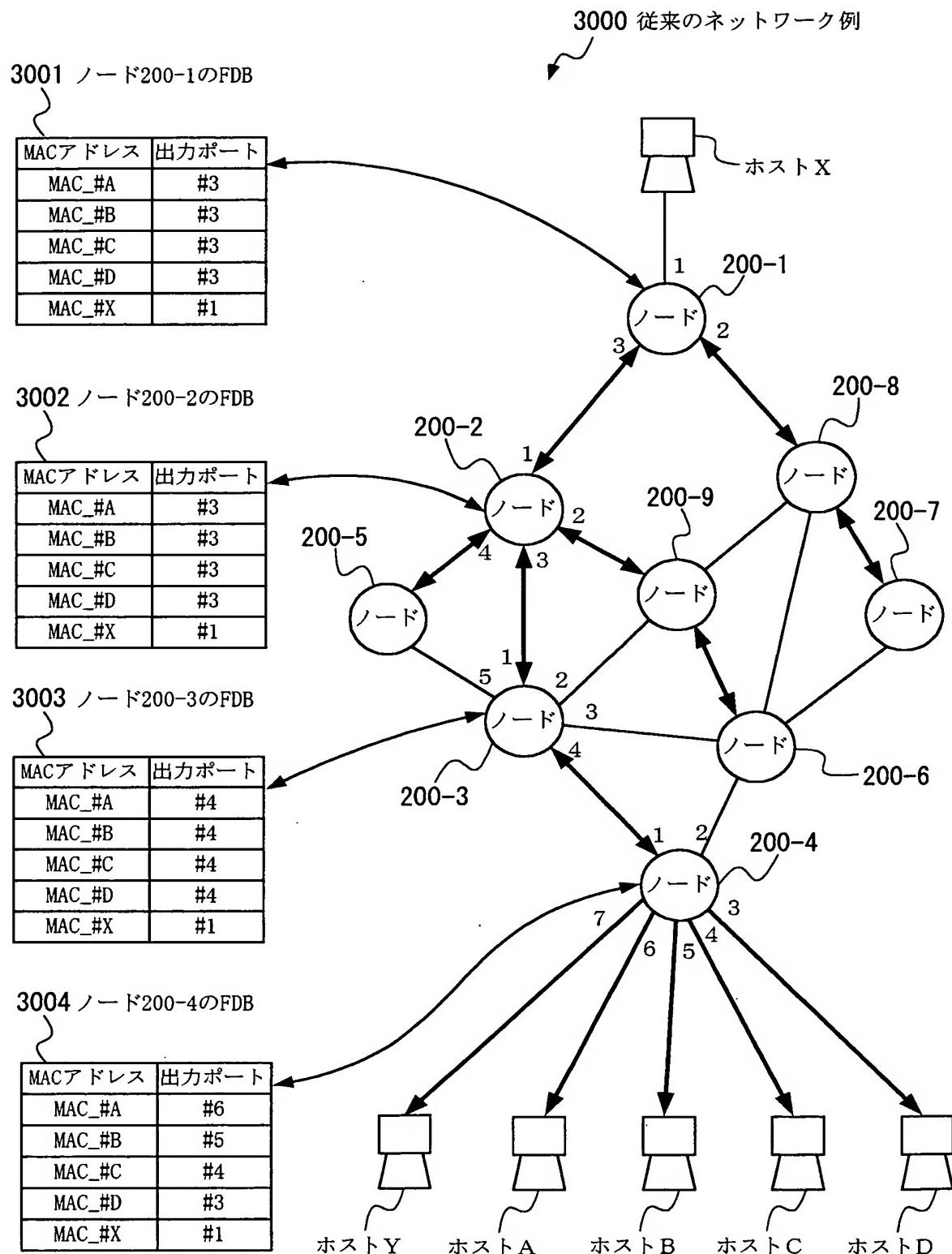
【図4.9】



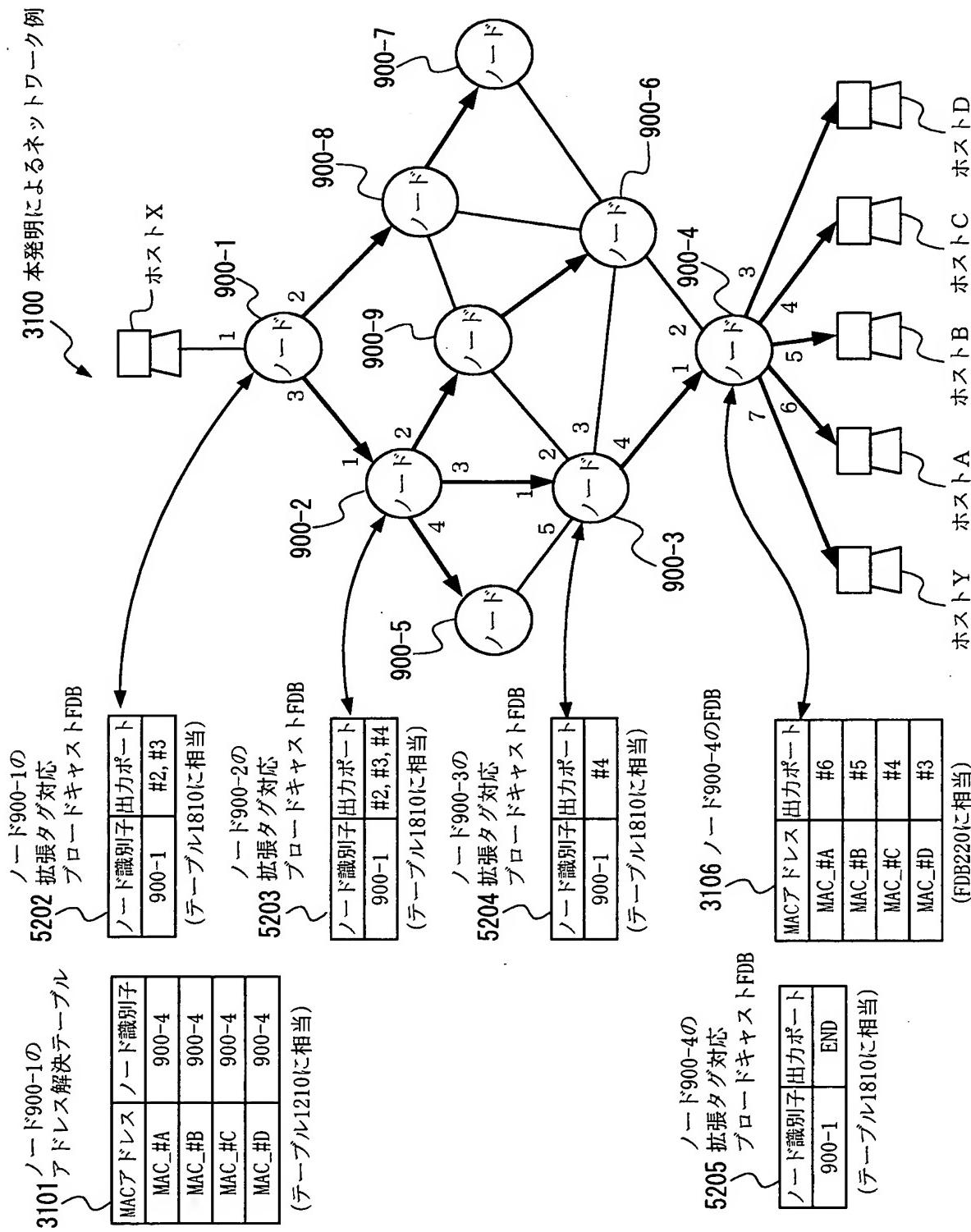
【図50】



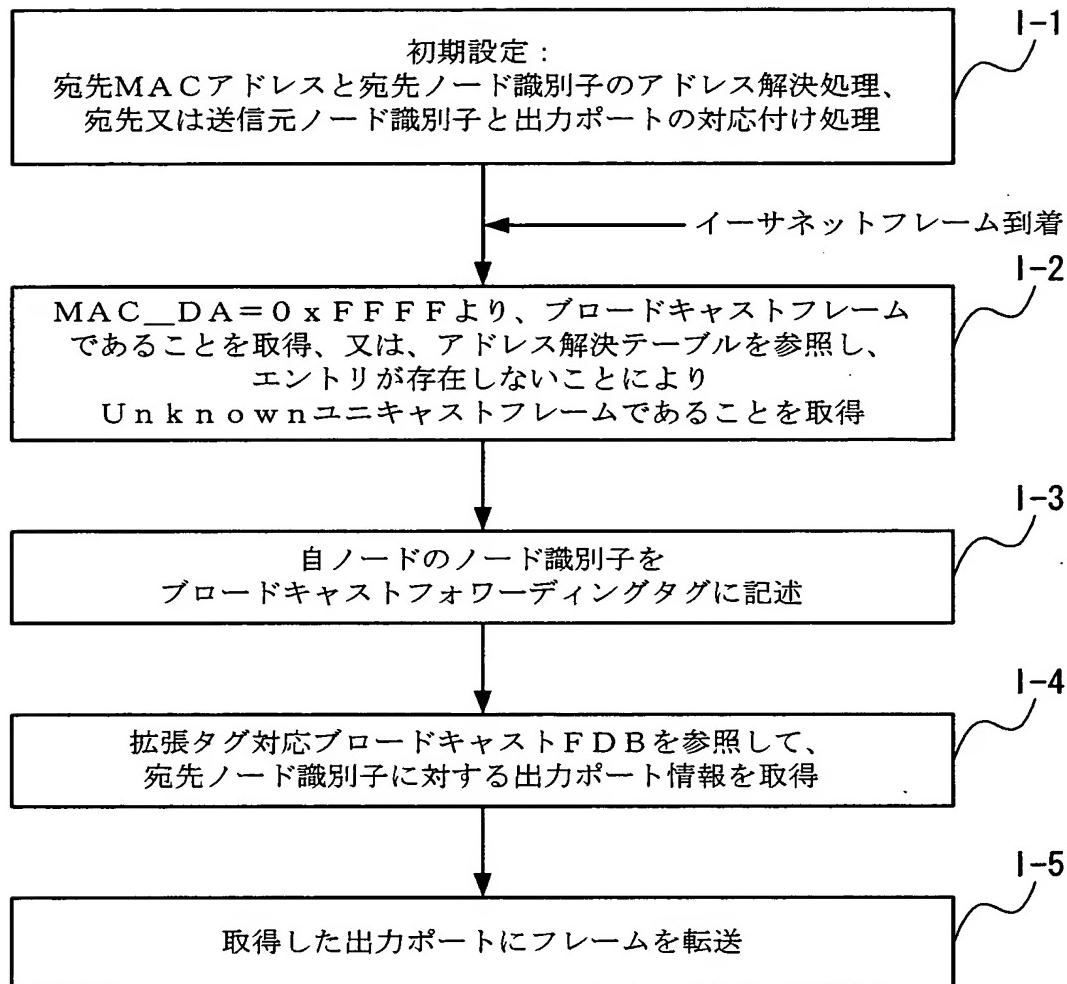
【図51】



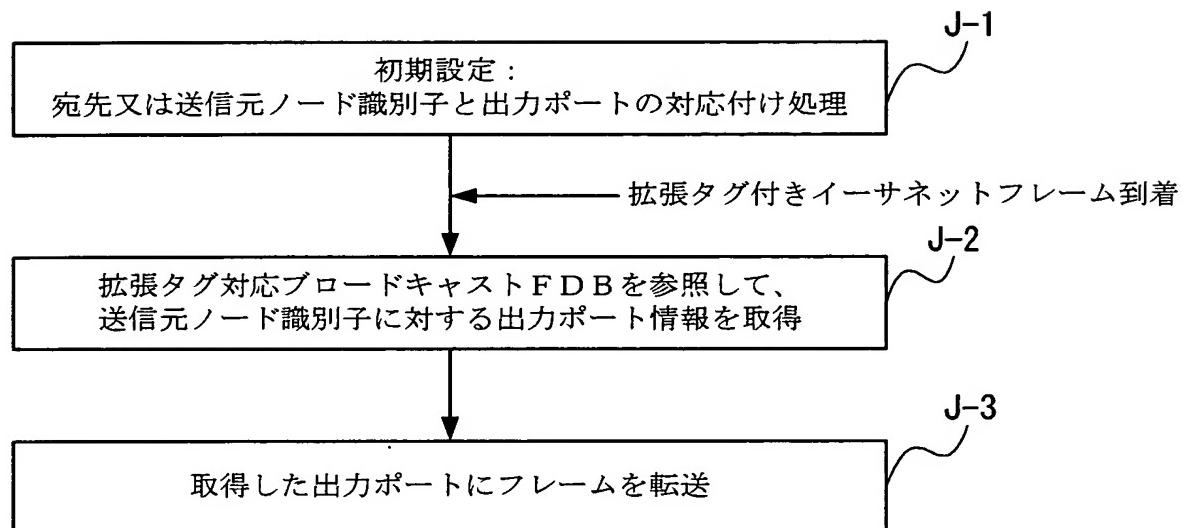
【図52】



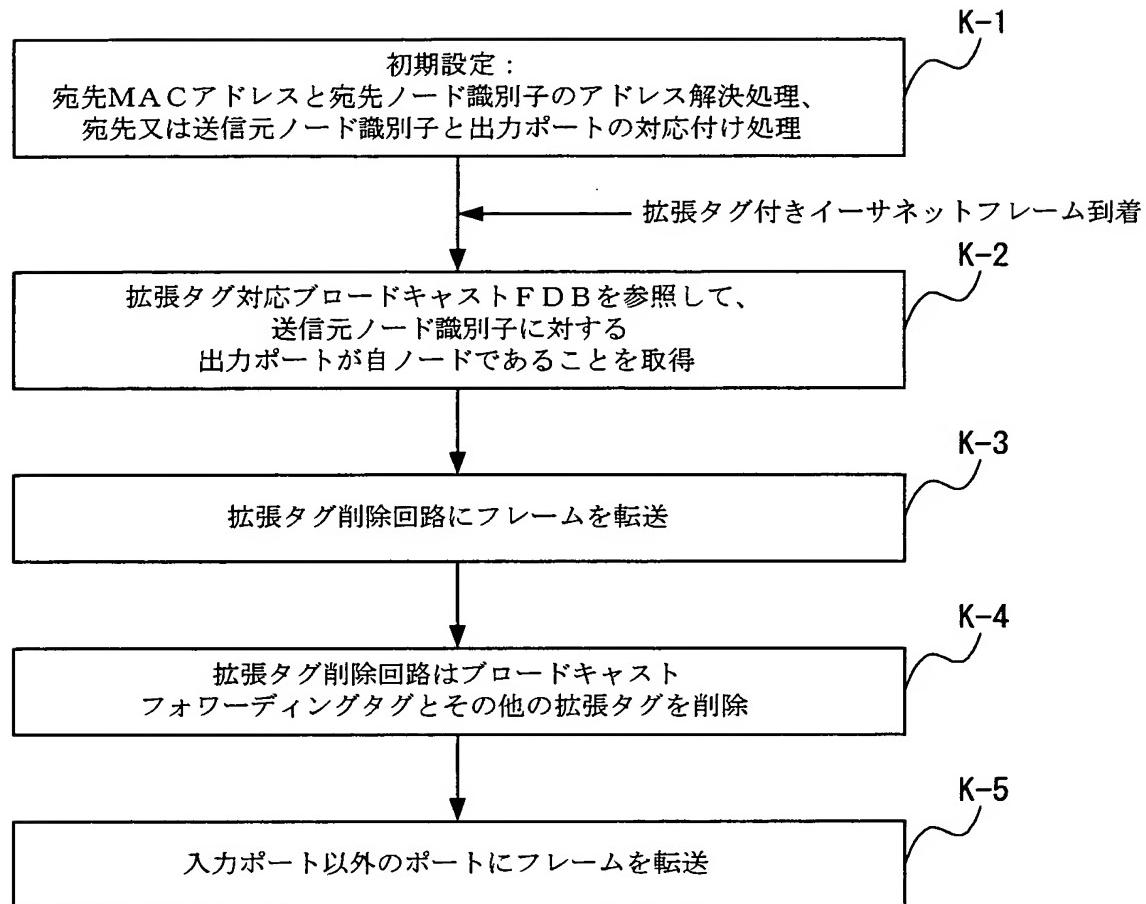
【図53】



【図54】



【図55】



【図56】

3100 本発明によるネットワーク例

3001 ノード200-1のFDB

MACアドレス	VLANタグ	出力ポート
MAC_ <u>#A</u>	#3	
MAC_ <u>#B</u>	#3	
MAC_ <u>#C</u>	#3	
MAC_ <u>#D</u>	#3	
MAC_ <u>#X</u>	#2	
MAC_ <u>#Y</u>	#2	

(FDB220に相当)

ノード900-2の
5203 拡張タグ対応
プロードキャストFDB

ノード識別子	出力ポート
0	#1, #3, #4

(テーブル1810に相当)

ホストX/VLAN#z

ノード200-1

1

2

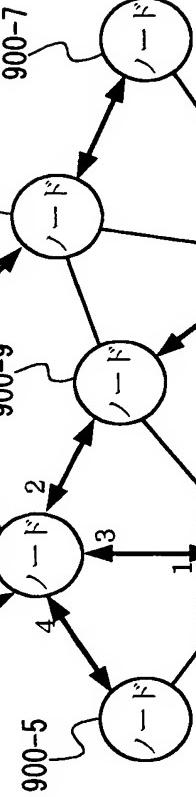
3

ノード900-8

1

2

3

ノード900-3の
5204 拡張タグ対応
プロードキャストFDB

ノード識別子	出力ポート
0	#1, #4

(テーブル1810に相当)

3106 ノード900-4のFDB

ノード900-4の
5205 拡張タグ対応
プロードキャストFDB

ノード識別子	出力ポート
0	#1

(テーブル1810に相当)

MACアドレス	VLANタグ	出力ポート
MAC_ <u>#A</u>		#6
MAC_ <u>#B</u>		#5
MAC_ <u>#C</u>		#4
MAC_ <u>#D</u>		#3
MAC_ <u>#X</u>	#z	#1
MAC_ <u>#Y</u>	#z	#7

(FDB220に相当)

ホストY/VLAN#z

ホストC ホストD

【書類名】要約書

【要約】

【課題】 ネットワークにおけるノードのFDBに要するメモリ量を大幅に削減することができるフレーム転送方法及びノードを提供する。

【解決手段】 ネットワーク上の送信元から送られるイーサネット(R)フレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるフレーム転送において、入力されたイーサネット(R)フレームに、送信先となるホストへの出口側となるエッジノードへのフォワーディング情報を含む拡張タグを付加して拡張フレームとし、ネットワーク上の各ノードが、付加された拡張タグのフォワーディング情報に基づいてデータフレームを中継し、出口側のエッジノードへ転送する。

【選択図】 図23

認定・付加情報

特許出願の番号 特願2003-041179
受付番号 50300263872
書類名 特許願
担当官 第八担当上席 0097
作成日 平成15年 5月13日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成15年 2月19日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区芝五丁目7番1号
氏 名 日本電気株式会社